

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ATOM VE PERİYODİK SİSTEM ÜNİTESİNDEKİ STEM
UYGULAMALARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL
YARATICILIK VE BİLİMİN DOĞASINA YÖNELİK
DÜŞÜNCELER ÜZERİNE ETKİSİ**

**Hazırlayan
Seyide EROĞLU**

**Danışman
Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ**

Doktora Tezi

**Kasım 2018
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ATOM VE PERİYODİK SİSTEM ÜNİTESİNDEKİ STEM
UYGULAMALARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL
YARATICILIK VE BİLİMİN DOĞASINA YÖNELİK
DÜŞÜNCELER ÜZERİNE ETKİSİ**

(Doktora Tezi)

**Hazırlayan
Seyide EROĞLU**

**Danışman
Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından SDK-2016-6668 kodlu proje ile
desteklenmiştir.**

**Kasım 2018
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.


Seyide EROĞLU

“Atom ve Periyodik Sistem Ünitesindeki STEM Uygulamalarının Akademik Başarı, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğasına Yönelik Düşünceler Üzerine Etkisi” adlı Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Hazırlayan

Seyide EROĞLU



Danışman

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ



Matematik ve Fen Bilimleri ABD Başkanı

Prof. Dr. Hasan KAYA

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ danışmanlığında Seyide EROĞLU tarafından hazırlanan “Atom ve Periyodik Sistem Ünitesindeki STEM Uygulamalarının Akademik Başarı, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğasına Yönelik Düşünceler Üzerine Etkisi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

22. / 11. / 2018

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Üye : Doç. Dr. Murat SARAÇOĞLU

Üye : Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Davut SARITAŞ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Fulya Öner ARMAĞAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 20/12/2018 tarih ve50-02...sayılı kararı ile onaylanmış olup, öğrencinin mezuniyet tarihi 18/12/2018'dir.

20/12/2018
Prof. Dr. Ceydet KIRPIK
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

İnsan hayatında ölmeden önce yapmak istedikleri ile ilgili hep bir liste vardır. Bu tez çalışması da benim için bu listenin en başında yer almaktaydı. Fakat hep bir hayal olarak kalacağını düşünürken, sayın hocam Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ ile yeniden karşılaştık. Ve benim için sıra hayallerin tek tek gerçekleşmesine gelmişti. İlk makale, ilk bildiri sunumu ve nihayetinde doktora tezimin son halinin verilmesi...Bu durum öğretmenliğimi de bambaşka yerlere taşıyarak öğrencilerimle aramda derin bağların oluşmasına neden oldu. Bütün bu güzelliklerin mimarı olan, en başından sonuna kadar emeğini ve desteğini esirgemeyen, hayatım boyunca eğitimci yönünü ve çalışma disiplini örnek alacağım sayın hocam Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ'a ve değerli ailesine teşekkürü bir borç bilirim.

Tez uygulaması sırasında çalışmalara iştirak edip çalışmalara gözlemci olarak katılan araştırma görevlisi Aslı SAYLAN'a ve araştırma görevlisi Oktay KIZKAPAN'a çok teşekkür ediyorum.

Doktora eğitimim ve tez uygulamasının okulda geçen kısımlarında her türlü kolaylığı sağlayan okul idarecileri ile tüm öğretmen arkadaşlarıma, özellikle okuldaki en büyük destekçim okul müdür yardımcısı Sayın Yaşar OFLAZER'e ve 2018 mezunları olan bütün öğrencilerime ve özellikle 12/A sınıfına gönülden teşekkür ederim.

Diğer yandan, bütün zor anlarında yanımda olan, yükümü üzerine alarak hafifleten, varlığı ile beni her an cesaretlendiren başımın tacı annem Nuran KAMANLIOĞLU, babam Yusuf Ziya KAMANLIOĞLU, kardeşim Osman KAMANLIOĞLU'na ve desteklerinden dolayı canım eşim Remzi EROĞLU'na sonsuz teşekkür ediyorum.

Son olarak, yaşından beklenmeyecek bir olgunluk ile beni destekleyen, en yoğun zamanlarımda evimizin küçük annesi olan, gururum, ilk göz ağrım canım kızım Zeynep Şevval EROĞLU'na ve teze başladığımda henüz beş aylık olan, tezimle büyüyen, zamanından çaldığım, bir sarılışıyla yorgunluğumu alan canım oğlum Mustafa Kerem EROĞLU'na yürekten teşekkür ediyorum. Evlatlarımdan fedakârlığı olmasaydı bu çalışmayı tamamlayamazdım...

Seyide EROĞLU

Kasım 2018, KAYSERİ

**ATOM VE PERİYODİK SİSTEM ÜNİTESİNDEKİ STEM
UYGULAMALARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL YARATICILIK VE
BİLİMİN DOĞASINA YÖNELİK DÜŞÜNCELER ÜZERİNE ETKİSİ**

Seyide EROĞLU

**Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi, Kasım 2018
Danışman: Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ**

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; fen ve kimya derslerinin en temel konularından biri olan atom ve periyodik sistem konusunda 5E öğrenme döngüsü modeline dayalı STEM uygulamalarının dokuzuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine etkisini ortaya koymaktır. Ayrıca, bu etkinlikler hakkında öğretmen ve öğrencilerin görüşlerini belirlemektir. İlave olarak, STEM eğitim yaklaşımı ile ilgili olarak etkinlik örnekleri ortaya koyarak araştırmacı ve öğretmenler açısından rehber bir çalışma ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda araştırmanın nicel problem cümlesini “Kayseri ili Kocasinan ilçesindeki dokuzuncu sınıf öğrencilerinin “Atom ve Periyodik Sistem” konusundaki; akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine STEM uygulamalarının etkisi nedir?” sorusu oluşturmaktadır. Nitel araştırma sorusu ise “Öğretmen ve öğrencilerin STEM uygulamaları konusundaki görüşleri nasıldır?” şeklindedir.

Araştırmada, karma araştırma yönteminin bir deseni olan “iç içe desen” kullanılmıştır. Araştırma 2016-2017 eğitim-öğretim yılı birinci öğretim döneminde dokuzuncu sınıfta okuyan öğrencilerin ve onların öğretmenlerinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nicel örnekleme, Kayseri ili, Kocasinan ilçesinde, rastgele olmayan örneklem yöntemi ile nitel çalışma grubu ise amaçlı örneklem kullanılarak belirlenmiştir. Örneklem, uygun görülen bir Anadolu Lisesinden dokuzuncu sınıflar arasından belirlenen, iki deney ve iki kontrol grubundan oluşan dört gruptan oluşmaktadır. Çalışmanın başlangıcında, dokuzuncu sınıf öğrencilerine araştırmacı tarafından hazırlanan “Atom ve Periyodik Sistem Akademik Başarı Testi”, “Bilimsel Yaratıcılık

Testi” ve “Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi-Form C” ön test olarak uygulanmıştır. STEM eğitimi yaklaşımı temel alınarak atom ve periyodik sistem konusunda etkinlikler hazırlanmıştır. Konunun öğretiminde deney grubu öğrencilerine STEM temelli etkinlikler 16 ders saati olacak şekilde uygulanmıştır. Konunun öğretiminde kontrol grubu öğrencilerine ise, mevcut ortaöğretim kurumları kimya dersi öğretim programına dayalı öğretim yaklaşımı uygulanmıştır. Her iki öğretim stratejisi için de ders planları kazanımlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çalışma sonunda deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilere “Atom ve Periyodik Sistem Akademik Başarı Testi”, “Bilimsel Yaratıcılık Testi” ve “Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Anketi” son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca sadece deney grubunda bulunan öğrenciler arasından seçilen bazı öğrencilerle de STEM temelli etkinlikler hakkında görüşlerini almak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Son olarak uygulamayı gerçekleştiren kimya öğretmeninin de STEM temelli ders etkinlikleri konusundaki düşüncelerini ortaya çıkarmak için yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Nicel veri toplama araçlarından elde edilen ön test ve son test bulguları betimsel istatistik ve çıkarımsal istatistik kullanılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla, her üç veri toplama aracının ön ve son test verilerinden elde edilen puanların deney ve kontrol grupları açısından normal dağılıp dağılmadığına bakılmıştır. Parametrik testlerin uygulanması için normal dağılım ve diğer gerekli varsayımlar karşılandıktan sonra, bağımlı değişken sayısı birden fazla olduğu için MANOVA veya MANCOVA'nın verilerin analizinde parametrik test olarak kullanılmasına karar verilmiş ve hangisinin kullanılacağına karar verebilmek için covariate analizleri yapılmıştır. Bağımsız örneklem t testi ve korelasyon analizleri yorumlanarak bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası ön test puanlarının kovaryanta atılarak MANCOVA'nın kullanılmasına karar verilmiştir. MANCOVA varsayımları karşılanarak, sonuçları yorumlanmıştır. Nitel veri toplama araçlarından elde edilen veriler tema, kategori ve kodlar altında toplanmış ve içerik analizi yoluyla analiz edilmiştir.

Yapılan uygulamalar sonrasında, gruplar arasında akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası hakkındaki düşünceler açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Birleşik bağımlı değişken bakımından deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ve bu yüzden hipotez 1, 2 ve 3 reddedilmiştir. Nitel açıdan görüşme sonucunda öğrenciler STEM uygulamalarının onların anlamlı öğrenmelerini artırdığını vurgulamışlardır. Ayrıca, kimya öğretmeni,

STEM temelli ders etkinlikleri ile ilgili öğrencilerden olumlu dönütler aldığını, etkinliklerin öğrencilerin derslere karşı ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığını ifade ederek, uygulama süreci ile ilgili olumlu ifadeler kullanmıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bazı öneriler yapılmıştır. Örneğin mevcut sınav sistemi ile ilgili soru yapıları STEM temelli etkinlikler ile uyumlu hale getirilmeli, öğrencileri sınıf içinde aktif durumda tutacak, onları düşünmeye yönlendirecek ders etkinlikleri planlanmalı ve derslerde bu tür etkinliklere sıklıkla yer verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yapılandırmacı Yaklaşım, 5E Öğrenme Döngüsü Modeli, STEM Eğitimi, Bilimin Doğası, Bilimsel Yaratıcılık, Atom ve Periyodik Sistem

**THE EFFECT OF STEM IMPLEMENTATIONS IN ATOM AND PERIODIC
SYSTEM UNIT ON ACADEMIC ACHIEVEMENT, SCIENTIFIC CREATIVITY
AND NATURE OF SCIENCE**

Seyide EROĞLU

**Erciyes University, Graduate School of Educational Sciences
Doctoral Thesis, November 2018
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Oktay BEKTAŞ**

ABSTRACT

The purpose of this study is to demonstrate whether there is a significant effect of the STEM implementations based on the 5E learning cycle model on ninth grade students' achievement in the atomic and periodic system that one of the most fundamental subjects of science and chemistry courses, their scientific creativity and their opinions about the nature of science. It is also to determine the views of teachers and students about these activities. In addition, it is aimed to present a guideline study to researchers and teachers by providing examples of activities related to the STEM implementations. In accordance with these purposes, the quantitative research problem of this study is as follows: "What is the effect of STEM implementations on ninth grade students' achievement in the atomic and periodic system, their scientific creativity and their views of nature of science in Kocasinan district of Kayseri." The qualitative research question is "How are the views of teachers and students on STEM implementations?"

In the research, "nested pattern", which is a pattern of mixed research method, was used. The study was conducted in the first academic year of the 2016-2017 academic year with the participation of ninth grade students and their teachers. The quantitative sample of the study was determined using the non-random sampling method in Kocasinan province, Kayseri and the qualitative study group was determined using the purposive sampling. The quantitative sampling was consisted of four groups including two experiments and two control groups, which were determined among the ninth grades from an Anatolian High School. At the beginning of the study, "Atomic and Periodic System Academic Achievement Test", "Scientific Creativity Test" and "Views on Nature of Science Questionnaire-Form C" pre-tests were applied to the ninth grade students by the

researcher. STEM based learning activities on the atomic and periodic system were prepared for the main study. STEM-based activities for the experimental group students were applied in a way that covers a period of 16 hours. For the control group, the teaching approach based on the ninth grade chemistry curriculum was applied. The lesson plans for both teaching strategies were formed considering the objectives of atom and periodic system. At the end of the study, Posttests which are “Atomic and Periodic System Academic Achievement Test”, “Scientific Creativity Test” and “Questionnaire on the Nature of Science” were applied to the all students. In addition, a semi-structured interview was conducted with some selected students from the experimental group to get their views on STEM-based activities. Finally, a semi-structured interview was conducted with the chemistry teacher who performed the application to reveal the perceptions of the STEM-based course activities. Pre-test and post-test data obtained from quantitative data collection tools were analyzed using descriptive statistics and inferential statistics. For this purpose, whether the scores obtained from the pre- and post-test data of all three quantitative data collection tools are normally distributed or not were examined in terms of the experimental and control groups. Since the number of dependent variables is more than one, the MANOVA or MANCOVA has been decided to be used as a parametric test in the analysis of the data and the covariate analysis has been made to decide which to use after the normal distribution and other necessary assumptions were met for the application of the parametric tests. For this purpose, independent samples t-test and correlation analyzes were interpreted and it was decided to use MANCOVA by taking covariant of scientific creativity and nature of science pre-test scores. MANCOVA assumptions were met and the results were interpreted. Data from qualitative data collection tools were collected under theme, category and code and analyzed by content analysis.

It was determined that there was a significant difference in favor of the experimental group in terms of their academic achievement, scientific creativity, and their ideas about the nature of science after the implementation. A statistically significant difference was found between the experimental and control groups with respect to the combined dependent variable, and therefore hypotheses 1, 2 and 3 were rejected. As a result of the qualitative interviews, students have emphasized that STEM-based events enhanced their understanding. In addition, the chemistry teacher has used positive expressions about the

application process by receiving positive feedbacks from students about STEM-based course activities and indicating that the activities increase students' curiosity and motivation.

In line with the results obtained, some suggestions have been made. For instance, questions related to the current examination system should be aligned with STEM-based activities, should be planned the course activities to keep the students active in the classroom and to guide them to think, and included these activities in the lessons frequently.

Keywords: Constructivist Approach, 5E Learning Cycle Model, STEM Education, Nature of Science, Scientific Creativity, Atomic and Periodic System

İÇİNDEKİLER

ATOM VE PERİYODİK SİSTEM ÜNİTESİNDEKİ STEM UYGULAMALARININ AKADEMİK BAŞARI, BİLİMSEL YARATICILIK VE BİLİMİN DOĞASINA YÖNELİK DÜŞÜNCELER ÜZERİNE ETKİSİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK	iii
KABUL VE ONAY	iv
ÖNSÖZ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER	xii
KISALTMALAR	xiiiii
TABLolar LİSTESİ	xix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xxvii
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	2
1.1.1. Problem Cümlesi	2
1.1.2. Alt Problemler	2
1.1.3. Hipotezler	3
1.1.4. Sayılıtlar	3
1.2. Araştırmanın Amacı	4
1.3. Araştırmanın Önemi	4
1.4. Tanımlar	9
1.5. Sınırlılıklar	10
GENEL BİLGİLER	11

2.1. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0	11
2.2. Nitelikli İş Gücü	12
2.3. 21. Yüzyıl Becerileri	13
2.3.1. Yüzyıl Becerilerinin Öğrencilere Kazandırılmasında Öğretmenin Rolü	15
2.4. Yapılandırmacı Yaklaşım	16
2.5 STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi	18
2.6. STEM'in Derslere Entegrasyonu ve STEM Eğitim Modelleri	22
2.7. STEM Eğitiminde 5E Öğrenme Döngüsü	25
2.8. STEM'in Eğitime Yansımaları ve Önemi	27
2.8.1. STEM Eğitiminin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılmasındaki Sınırlılıklar	29
2.9. Türkiye'de STEM Çalışmaları	31
2.9.1. STEM Eğitimi Türkiye Raporu	32
2.9.2. TÜSİAD, 2014 ve 2016 Raporları	33
2.9.3. Onuncu Kalkınma Planı	34
2.10. Alan Yazından Örnek STEM Çalışmaları	34
2.11. Akademik Başarı	47
2.12. Bilimsel Yaratıcılık	51
2.13. Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler	57
2.13.1. Bilimin Doğası İçeriklerinin STEM Eğitimi Açısından İncelenmesi	59
YÖNTEM.....	61
3.1. Araştırma Modeli	61
3.2. Katılımcılar	64
3.2.1 Evren ve Örneklem	64
3.2.2 Çalışma Grubu	66
3.3. Veri Toplama Araçları	67
3.3.1. Atom ve Periyodik Sistem Akademik Başarı Testi (APAB)	67
3.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)	78

3.3.3. Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Anketi.....	82
3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme.....	83
3.3.4.1. STEM Temelli Ders Uygulamaları ile İlgili Öğrenci Görüşmesi.....	84
3.3.4.2. STEM Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşmesi.....	84
3.3.5. Yarı Yapılandırılmış Sınıf Gözlemi	85
3.3.6. Ders Planları.....	87
3.3.6.1. Deney Grubu Ders Planlarını Hazırlama, Pilot Uygulama ve Asıl Uygulama Süreci.....	87
3.3.6.2. Deney Grubunda Uygulama.....	90
3.3.6.2.1. Birinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	91
3.3.6.2.2. İkinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	94
3.3.6.2.3. Üçüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	97
3.3.6.2.4. Dördüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	99
3.3.6.2.5. Beşinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	100
3.3.6.2.6. Altıncı Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	103
3.3.6.2.7. Yedinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	105
3.3.6.2.8. Sekizinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	108
3.3.6.3. Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Uygulamalar.....	108
3.4. Veri Toplama Süreci	109
3.5. Verilerin Analizi.....	112
3.5.1. Nicel Verilerin Analizi.....	113
3.5.2. Nitel Verilerin Analizi.....	121
3.6. Etki Büyüklüğü ve Çalışmanın Gücü.....	123
3.7. Geçerlik ve Güvenirlik.....	125
3.7.1. Nicel Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları.....	125
3.7.2. Nitel Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	127
BULGULAR.....	130

4.1. Nicel Veriler ile İlgili Bulgular	130
4.1.1. Betimsel İstatistik Bulguları	130
4.1.2. Çıkarıma Dayalı İstatistik Bulguları	144
4.1.3 Bilimsel Yaratıcılık Testine Ait Bulgular	151
4.1.3.1. Bilimsel Yaratıcılık Testinden Elde Edilen Akıcılık Puanları	151
4.1.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Testinden Elde Edilen Esneklik Puanları	152
4.1.3.3. Bilimsel Yaratıcılık Testinden Elde Edilen Orijinallik Puanları.....	153
4.1.3.4. Bilimsel Yaratıcılık Testi Altıncı ve Yedinci Sorular İçin Elde Edilen Yöntem Puanları.....	154
4.1.3.5. BYT'de Yer Alan Sorulara İlişkin Bulgular.....	154
4.1.4. Bilimin Doğası Hakkındaki Düşüncelere Ait Bulgular	192
4.1.4.1. VNOS-C Birinci Soruya İlişkin Bulgular	192
4.1.4.2. VNOS-C İkinci Soruya İlişkin Bulgular	206
4.1.4.3. VNOS-C Üçüncü Soruya İlişkin Bulgular.....	213
4.1.4.4. VNOS-C Dördüncü Soruya İlişkin Bulgular	222
4.1.4.5. VNOS-C Beşinci Soruya İlişkin Bulgular	239
4.1.4.6. VNOS-C Altıncı Soruya İlişkin Bulgular	246
4.1.4.7. VNOS-C Yedinci Soruya İlişkin Bulgular.....	264
4.1.4.8. VNOS-C Sekizinci Soruya İlişkin Bulgular	273
4.1.4.9. VNOS-C Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular.....	281
4.2. Nitel Veriler ile İlgili Bulgular.....	286
4.2.1. Öğrenci Görüşleri ile İlgili Bulgular	286
4.2.2. Uygulayıcı Kimya Öğretmeni ile İlgili Bulgular	305
4.2.2.1 Kimya Derslerinin Güçlendirilmesinde STEM Yaklaşımının Kullanımı	305
4.2.2.2 Kimya Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Avantajları.....	305

4.2.2.3 Kimya Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Dezavantajları	306
4.2.2.4 STEM Temelli Etkinliklerinin Uygun Olduğu Kimya Konuları	307
4.2.2.5 Uygulamalar Esnasında Yaşanan Zorluklar.....	307
4.2.2.6 Kimya Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanacak Öğretmenlere Öneriler	308
4.2.2.7 STEM Temelli Etkinlikleri Kullanacak Kimya Öğretmenlerinin Sahip Olması Gereken Yeterlikler	308
4.2.2.8 STEM Temelli Etkinliklerin Derslerde Kullanımının Devamlılığı ..	309
4.2.2. Sınıf Gözlem Formuna Ait Bulgular.....	309
SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	311
5.1. İç Geçerliği Tehdit Eden Unsurlar	311
5.1.1. Katılımcıların Seçimi	311
5.1.2. Katılımcıları Olgunlaşması	312
5.1.3. Veri Toplama Aracı.....	312
5.1.4. Beklenmedik Olay.....	312
5.1.5. Veri Kaybı.....	313
5.1.6. Ön-test Etkisi.....	313
5.1.7. Regresyon.....	313
5.1.8. Katılımcıların Tutumu.....	31113
5.1.9. Bölgenin Etkisi.....	314
5.1.10. Uygulamanın Etkisi.....	314
5.2. Akademik Başarıya İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	31114
5.3. Bilimsel Yaratıcılık Testine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	318
5.4. Bilimin Doğasına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	324
5.5. Öğretmen Görüşlerine İlişkin Sonuç ve Tartışmalar	330
5.6. Öneriler	331

KAYNAKÇA.....	333
EKLER.....	357
EK 1. Uygulama İzin Belgesi.....	357
EK 2. APAB Pilot Uygulama	358
EK 3. APAB Son Hali.....	364
EK 4. BYT Pilot Uygulama	370
EK 5. BYT Son Hali	371
EK 6. Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Anketi- Form C (VNOS-C)	372
EK 7. STEM Temelli Ders Etkinlikleri ve Ders Uygulamaları ile İlgili Öğrenci Görüşme Formu.....	374
EK 8. STEM Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşme Formu.....	375
EK 9. Sınıf Gözlem Formu	376
EK 10. Ders Planları	377
EK 11. Öğrenci ve Öğretmen Görüşme Formu Dokümanları	422
ÖZGEÇMİŞ.....	445

KISALTMALAR

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

TÜSİAD: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

TYÇ: Türkiye Yeterlikler Çerçevesi

P21: Partnership For 21st Century Skills

NCATE: National Council for Accreditation of Teacher Education

NETS: National Educational Technology Standart

NRC: National Research Council

ÖSYM: Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi

NSTA: National Science Teachers Association

APAB-Pilot: Atom ve Periyodik Sistem Pilot Çalışması

STEM-ÖS: STEM Öğretim Stratejisi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. 2015 ve 2020 Yıllarında Kişilerden Beklenen İlk On Beceri Listesi	13
Tablo 2. Ulaşılabilir Evrendeki Dokuzuncu Sınıf Öğrenci Sayıları	65
Tablo 3. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Bazı Demografik Bilgileri	65
Tablo 4. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Cinsiyet Açısından İncelenmesi	66
Tablo 5. APAB Soruları ve Alındıkları Kaynakların Listesi	68
Tablo 6. APAB Pilot Uygulama Sonrası Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı.....	70
Tablo 7. APAB-Pilot Sorularının Betimsel İstatistik Sonuçları.....	70
Tablo 8. APAB-Pilot Soruların Güvenirlik Katsayısına Etkisi.....	71
Tablo 9. Uygulama Öncesi APAB Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı	72
Tablo 10. APAB-Pilot Ayırt Edicilik için Bağımsız Grup t Testi Sonuçları	73
Tablo 11. Başarı Testi İçin Belirtke Tablosu	75
Tablo 12. APAB Cevap Anahtarı	77
Tablo 13. APAB Olumlu ve Olumsuz Soru Dağılımı	77
Tablo 14. Öğrencilerin BYT'den Aldıkları Puanların Betimsel İstatistikleri.....	81
Tablo 15. BYT Pilot Uygulama Sonrası Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı	82
Tablo 16. Boyutlara Göre VNOS C Sorularının Dağılımı.....	83
Tablo 17. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları ve Öğretim Stratejileri	112
Tablo 18. Birinci Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	116
Tablo 19. İkinci Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	116
Tablo 20. Üçüncü Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	117
Tablo 21. Dördüncü Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	117
Tablo 22. Yedinci Soruya İlişkin Oluşturulan Kategoriler	119
Tablo 23. Bilimsel Yaratıcılık Testi Değerlendirme Kriterleri.....	120
Tablo 24. Öğretmen Görüşmesi İçin Oluşturulan Tema ve Kategoriler.....	122
Tablo 25. Öğrenci Görüşme Protokolü İle İlgili Oluşturulan Kategori ve Temalar	123
Tablo 26. Sınıfların Ön-APAB Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Varyans Analizi Sonucu.....	131
Tablo 27. Ön-APAB Puanları Arasındaki Farkın Kaynağını Belirlemek Üzere Uygulanan Posthoc Testlerine İlişkin Scheffe Testi Sonuçları.....	131
Tablo 28. Ön- APAB Ortalama Puanlarının Sınıflara Göre Dağılımı	131

Tablo 29. Ön-VNOS-C, Ön-BYT ve Ön- APAB Normallik Testi Analiz Sonuçları ...	132
Tablo 30. Sontestlerin Normallik Testi Analiz Sonuçları	133
Tablo 31. VNOS-C, BYT ve APAB Ön Test/ Son Test Betimsel İstatistik Değerleri .	133
Tablo 32. Varyansların Eşitliğine Ait Ön Test Analiz Sonuçları.....	143
Tablo 33. Varyansların Eşitliğine Ait Son Test Analiz Sonuçları	143
Tablo 34. Deney ve Kontrol Gruplarının VNOS-C, BYT ve APAB Ön-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları	144
Tablo 35. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasında Korelasyon Tablosu.....	145
Tablo 36. Residuals (Artık) İstatistikler.....	146
Tablo 37. APAB, BYT ve VNOS-C Son Test Puanları Korelasyon Tablosu	147
Tablo 38. Kovaryans Matrislerinin Eşitliği Box's Test Tablosu	147
Tablo 39. Hata Varyanslarına Dair Levene Testi Sonuçları	148
Tablo 40. MANCOVA Sonuçları	148
Tablo 41. Bağımlı Değişkenler İçin ANCOVA Sonuçları (Tests of Between Subject Effects).....	148
Tablo 42. Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı Değişkenler Açısından Son Test Puan Ortalamaları	151
Tablo 43. BYT Akıcılık Boyutuna İlişkin Puanlar	151
Tablo 44. BYT Esneklik Boyutuna İlişkin Puanlar	152
Tablo 45. BYT Orijinallik Boyutuna İlişkin Puanlar.....	153
Tablo 46. BYT Yöntem/ Deney Düzenegi Puanları	154
Tablo 47. BYT Soru-1 Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	155
Tablo 48. BYT Soru-1 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	155
Tablo 49. BYT Soru-1 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	156
Tablo 50. BYT Soru-1 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri.....	157
Tablo 51. BYT Soru-1 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri.....	159
Tablo 52. BYT Soru-2 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	161
Tablo 53. BYT Soru-2 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	161
Tablo 54. BYT Soru-2 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	162
Tablo 55. BYT Soru-2 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri.....	163
Tablo 56. BYT Soru-2 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri.....	165
Tablo 57. BYT Soru-3 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	166
Tablo 58. BYT Soru-3 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	167

Tablo 59. BYT Soru-3 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	168
Tablo 60. BYT Soru-3 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	169
Tablo 61. BYT Soru-3 Kontrol Grubu Katılımcıların Son Testteki Görüşleri	171
Tablo 62. BYT Soru-4 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	174
Tablo 63. DBYT Soru-4 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri.....	174
Tablo 64. BYT Soru-4 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	175
Tablo 65. BYT Soru-4 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	176
Tablo 66. BYT Soru-4 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	178
Tablo 67. BYT Soru-6 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar	183
Tablo 68. BYT Soru-6 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	183
Tablo 69. BYT Soru-6 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	184
Tablo 70. BYT Soru-6 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	185
Tablo 71. BYT Soru-6 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	187
Tablo 72. "Fen Biliminin Tanımı" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	193
Tablo 73. "Fen Biliminin Tanımı" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	194
Tablo 74. "Fen Biliminin Tanımı" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	195
Tablo 75. "Fen Biliminin Tanımı" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	197
Tablo 76. "Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri.....	199
Tablo 77. "Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	200
Tablo 78. "Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	201
Tablo 79. "Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	202
Tablo 80. "Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-1).....	204
Tablo 81. "Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-1).....	205

Tablo 82. "Deneyin Tanımı" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	206
Tablo 83. "Deneyin Tanımı" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	207
Tablo 84. "Deneyin Tanımı" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	208
Tablo 85. "Deneyin Tanımı" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	210
Tablo 86. "Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-2).....	211
Tablo 87. "Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-2).....	212
Tablo 88. "Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	213
Tablo 89. "Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	215
Tablo 90. "Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	217
Tablo 91. "Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	219
Tablo 92. "Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-3).....	221
Tablo 93. "Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-3).....	222
Tablo 94. "Teorilerin Değişebilirliği" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	223
Tablo 95. "Teorilerin Değişebilirliği" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	224
Tablo 96. "Teorilerin Değişebilirliği" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	226
Tablo 97. "Teorilerin Değişebilirliği" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	228

Tablo 98. "Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	230
Tablo 99. "Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri.....	231
Tablo 100. "Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	232
Tablo 101. "Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	234
Tablo 102. "Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması.....	236
Tablo 103. "Bilimsel Bilginin Değişim ve Gelişimine Bilim İnsanın Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-4)	237
Tablo 104. "Teori Ve Kanunların Yapısı ile Aralarındaki İlişki" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-4).....	238
Tablo 105. "Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri.....	239
Tablo 106. "Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri.....	240
Tablo 107. "Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	241
Tablo 108. "Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	243
Tablo 109. "Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-5)	244
Tablo 110. "Teori ve Kanunların Yapısı ile Aralarındaki İlişki" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-5).....	245
Tablo 111. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	247
Tablo 112. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	248
Tablo 113. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	250

Tablo 114. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	253
Tablo 115. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	255
Tablo 116. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	256
Tablo 117. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	258
Tablo 118. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	260
Tablo 119. "Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6)	262
Tablo 120. "Bilimsel Bilgilerin Deney ve Gözlemlerden Oluşması" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6).....	262
Tablo 121. "Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6).....	263
Tablo 122. "Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6)	264
Tablo 123. "Aynı Veri Farklı Sonuç" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	265
Tablo 124. "Aynı Veri Farklı Sonuç" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	266
Tablo 125. "Aynı Veri Farklı Sonuç" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	267
Tablo 126. "Aynı Veri Farklı Sonuç" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	269
Tablo 127. "Bilimsel Bilginin Değişim ve Gelişimine Bilim İnsanın Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-7).....	271
Tablo 128. "Sosyal ve Kültürel Değerlerin Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-7)	272
Tablo 129. "Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-7)	273

Tablo 130. "Yaratıcılık ve Hayal Gücü" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	274
Tablo 131. "Yaratıcılık ve Hayal Gücü" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	275
Tablo 132. "Yaratıcılık ve Hayal Gücü" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	276
Tablo 133. "Yaratıcılık Ve Hayal Gücü" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri	278
Tablo 134. "Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-8)	279
Tablo 135. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri	281
Tablo 136. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi" Hakkında Kontrol Grubunda Yer Alan Katılımcıların Ön Testteki Görüşleri.....	282
Tablo 137. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri.....	282
Tablo 138. Bilimin Evrenselliği ve Bilimin Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesine İlişkin Deney Grubunda Yer Alan Katılımcıların Son Testteki Görüşleri ...	284
Tablo 139. "Bilim İnsanının Değişim ve Gelişimine Bilim İnsanının Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-9).....	285
Tablo 140. "Sosyal ve Kültürel Değerlerin Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-9)	285
Tablo 141. Uygulama Esnasında Yer Verilen Etkinliklere İlişkin Öğrenci Görüşleri .	286
Tablo 142. En Çok Hoşa Giden Etkinliğe/ Etkinliklere İlişkin Öğrenci Görüşleri	288
Tablo 143. Kimya Derslerinin Farklı Etkinliklerle İşlenmesinin Katkılarına İlişkin Öğrenci Görüşleri	290
Tablo 144. Uygulama Sırasında Karşılaşılan Güçlüklerle İlişkin Öğrenci Görüşleri....	292
Tablo 145. Uygulamanın İlginç Gelen Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri.....	294
Tablo 146. Uygulama Sonunda Öğrenmenin Kalıcı Olduğunu Düşünenlerin Nedenlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri	296
Tablo 147. Kimya Derslerinin Farklı Etkinliklerle İşlenmesinin Olumsuzluklarına İlişkin Öğrenci Görüşleri	297

Tablo 148. Kimya Derslerinin Farklı Etkinliklerle İşlenmesinin Olumlu Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri	299
Tablo 149. Kimya veya Genel Olarak Fen Derslerinin Zengin Etkinlikler Yardımıyla İşlenmesinin İstenme Nedenlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri	300
Tablo 150. STEM Uygulamaları ile Geleneksel Uygulamaların Karşılaştırılmasına İlişkin Öğrenci Görüşleri	302
Tablo 151. Sınıf Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular	309



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sanayi devrimleri.....	11
Şekil 2. Örnek STEM eğitim modeli.....	25
Şekil 3. Araştırmada kullanılan iç içe desen şeması	64
Şekil 4. Deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların cinsiyet dağılım grafiği	66
Şekil 5. C28'e ait "Pandoranın Kutusu Etkinliği" çalışma kağıdı örneği.....	92
Şekil 6. Hale`ye ait atom modeller çalışma kağıdı örneği	94
Şekil 7. B7`ye ait örnek çizim kağıdı.....	95
Şekil 8. Aslı`ya ait Dalton`un hayatı çalışma kağıdı örneği	96
Şekil 9. Ata kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çizimi	99
Şekil 10. B24 kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çizimi	99
Şekil 11. C3`e ait Rutherford deneyi çalışma kağıdı örneği	100
Şekil 12. C27`ye ait kütle spektroskopisi ile ilgili örnek çalışma kağıdı.....	102
Şekil 13. Atom spektrumları etkinlik kağıdı.....	102
Şekil 14. "6K 1E" grubuna ait atom spektrumları çalışma kağıdı örneği	103
Şekil 15. C sınıfı ikinci gruba ait elementleri sınıflama çalışma kağıdı örneği	104
Şekil 16. "Bilim kadınları" grubuna ait "4D element" çalışma kağıdı örneği.....	105
Şekil 17. B sınıfı ikinci gruba ait QR kare kod çalışma örneği	106
Şekil 18. C22`ye ait elementleri tanıma etkinliği ile ilgili örnek çalışma kağıdı.....	107
Şekil 19. C15`e ait elementleri tanıma etkinliği ile ilgili örnek çalışma kağıdı.....	107
Şekil 20. Ön-BYT`de karşılaşılan çizimler.....	118
Şekil 21. Deney grubu için bilimin doğası ön-test puanları normal dağılım grafiği.....	135
Şekil 22. Kontrol grubu için bilimin doğası ön-test puanları normal dağılım grafiği... 135	135
Şekil 23. Deney grubu için BYT ön-test puanları normal dağılım grafiği.....	136
Şekil 24. Kontrol grubu için BYT ön-test puanları normal dağılım grafiği.....	137
Şekil 25. Deney grubu için APAB ön-test puanları normal dağılım grafiği.....	137
Şekil 26. Kontrol grubu için APAB ön-test puanları normal dağılım grafiği.....	138
Şekil 27. Deney grubu için VNOS-C son-test puanları normal dağılım grafiği	139
Şekil 28. Kontrol grubu için VNOS-C son-test puanları normal dağılım grafiği	139
Şekil 29. Deney grubu için BYT son-test puanları normal dağılım grafiği.....	140
Şekil 30. Kontrol grubu için BYT son-test puanları normal dağılım grafiği.....	141

Şekil 31. Deney grubu için APAB son-test puanları normal dağılım grafiği	142
Şekil 32. Kontrol grubu için APAB son-test puanları normal dağılım grafiği	142
Şekil 33. BYT soru-5 ile ilgili deney grubuna ait ön test çizimler	179
Şekil 34. BYT soru-5 ile ilgili kontrol grubuna ait ön test çizimler	180
Şekil 35. BYT soru-5 ile ilgili deney grubuna ait son test çizimler.....	180
Şekil 36. BYT soru-5 ile ilgili kontrol grubuna ait son test çizimler.....	181
Şekil 37. BYT soru-5 deney ve kontrol grubuna ait eşit bölünmeyen çizimler.....	181
Şekil 38. BYT deney grubu ön test ve son test çizimlerinin karşılaştırılması	182
Şekil 39. BYT kontrol grubu ön test ve son test çizimlerinin karşılaştırılması	182
Şekil 40. BYT soru-6 deney grubu katılımcılarından bazılarına ait çizimler	189
Şekil 41. BYT soru-7 kontrol grubu katılımcılarının ön test ve son test çizimleri	190
Şekil 42. BYT soru-7 deney grubu katılımcılarının ön test ve son test çizimleri	191
Şekil 43. Deney grubu B9'un (uzman) beşinci soru için düşünceleri	246
Şekil 44. Deney grubu B5'in (uzman) sekizinci soru için ifadeleri.....	280

BÖLÜM I

GİRİŞ

Endüstri 4.0'ın konuşulduğu ve her alanda etkilerinin hissedildiği günümüzde, teknoloji müthiş bir hızla geliştirilmektedir. Teknoloji alanında yaşanan bu değişim eğitimde de bazı değişimleri beraberinde getiriyor (Aksoy, 2017). Dolayısıyla, eğitimde bu değişimle birlikte belirlenen hedefler ve öğrencilerden istenen beceriler farklılaşmaktadır.

“İkinci Dünya Savaşı” sonrası doğanlar (1946-1964), bebek doğumlarında artışın yaşandığı “Baby Boomers Kuşağı”; 1965 ile 1979 yılları arasında doğanlar “X Kuşağı” (özgürlükçü 68 kuşağı) ve 1980 ile 2000 yılları arasında doğanlar ise “Y Kuşağı” olarak ifade edilmektedir. 2001 yılından 2010 yılına kadar ki kuşak ise telefon ve sosyal medya üzerine doğan “Z Kuşağıdır” (Kyles, 2005). 2010 sonrasında dünyaya gelen yüksek teknoloji çocukları da “Alfa Kuşağı” olarak tanımlanmaktadır. Alfa kuşağı olarak adlandırılan günümüz öğrencilerinin, eleştirel düşünme, yaratıcılık, inovasyon yapabilme gibi 21. yüzyıl becerileri ile donatılması ve öğrencilerin STEM alanları olarak ifade edilen alanlarda bu becerileri geliştirmeleri beklenmektedir. Şüphesiz ki, bahsi geçen niteliklerde öğrencilerin yetiştirilebilmesi için mevcut eğitim programının STEM eğitim yaklaşımına göre yeniden düzenlenmesi, örnek ders uygulamalarının yaygınlaştırılması ve gerçek anlamda STEM eğitiminin öğrencilere olumlu etkilerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu sebeple bu araştırmanın amacı, STEM eğitiminin derslere entegrasyonunu sağlamak, STEM eğitim yaklaşımına dayalı örnek ders etkinlikleri veya ders planları geliştirmek ve bu ders etkinlikleri ile ilgili öğretmen ve öğrencilerin düşüncelerini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, bu etkinliklerin bazı değişkenlere etki edebileceği düşünülmüş ve STEM eğitiminin amaç ve ilkeleri ile ilişkili olduğu düşünülen bilimin doğası, akademik başarı ve bilimsel yaratıcılık çalışmaya dahil edilmiştir. Dolayısıyla, öğrencilerin STEM etkinlikleri yoluyla bilimin doğasına ait düşüncelerinin ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi ve aynı zamanda öğrencilerin akademik başarılarının

arttırılması hedeflenmiştir. Konu alanı olarak, kimya alanı içerisinde yer alan “Atom ve Periyodik Sistem” konusu seçilmiştir. Öğrenciler tarafında soyut ve zor olarak ifade edilen bu konuda STEM’e dayalı ders etkinliklerinin öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine katkı verip vermeyeceği incelenmek istenmiştir. Bu amaçla, bu çalışmada 2016-2017 öğretim yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde yer alan bir okulda öğretim gören dokuzuncu sınıf öğrencilerinin, atom ve periyodik sistem konusunda akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine STEM uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Öte yandan etkisi araştırılan STEM temelli etkinlikler üzerine öğretmen ve öğrencilerin görüşleri alınarak, bundan sonraki araştırmacılar ve öğretmenler için daha etkili ve verimli STEM etkinliklerinin nasıl ortaya konulabileceği araştırılmıştır. Bu amaçla kimya öğretmeni ve öğrencilerin STEM etkinlikleri hakkındaki düşüncelerini araştırmak amaçlanmıştır.

1.1. Problem Durumu

Çalışmada nicel yolla “Kayseri ili Kocasinan ilçesi dokuzuncu sınıf atom ve periyodik sistem konusunda STEM uygulamalarının; öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine etkisi nedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Nitel yolla ise “Öğretmen ve öğrencilerin STEM temelli etkinlikler hakkındaki düşünceleri nasıldır?” sorusunun cevabı aranmıştır.

1.1.2. Alt Problemler

1. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ön test puanları ile bilimsel yaratıcılık ön test puanları kontrol altına alındığında, onların “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesindeki son test başarı puanları üzerine STEM uygulamalarının etkisi nedir?
2. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ön test puanları ile bilimsel yaratıcılık ön test puanları kontrol altına alındığında, onların bilimsel yaratıcılık son test puanları üzerine STEM uygulamalarının etkisi nedir?
3. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ön test puanları ile bilimsel yaratıcılık ön test puanları kontrol altına alındığında onların bilimin doğasına yönelik son test düşünce puanları üzerine STEM uygulamalarının etkisi nedir?
4. Çalışma sonunda deney grubunda bulunan öğrencilerin STEM temelli etkinlikler konusundaki görüşleri nasıldır?

5. Çalışma sonunda uygulamayı gerçekleştiren kimya öğretmenin STEM temelli ders etkinlikleri konusundaki düşünceleri nasıldır?

1.1.3. Hipotezler:

Araştırmanın alt problemleri ile ilgili null (sıfır) hipotezler aşağıda verilmiştir.

1. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ön test puanları ile bilimsel yaratıcılık ön test puanları kontrol altına alındığında, onların “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesindeki son test başarı puanları üzerine STEM uygulamalarının etkisi yoktur.
2. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ön test puanları ile bilimsel yaratıcılık ön test puanları kontrol altına alındığında, onların bilimsel yaratıcılık son test puanları üzerine STEM uygulamalarının etkisi yoktur.
3. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik ön test puanları ile bilimsel yaratıcılık ön test puanları kontrol altına alındığında onların bilimin doğasına yönelik son test düşünce puanları üzerine STEM uygulamalarının etkisi yoktur.

1.1.4. Sayıtlar:

1. Deney ve kontrol grupları arasındaki farkın kullanılan STEM temelli etkinliklerden kaynaklandığı, kontrol altına alınamayan değişkenlerin bütün grupları eşit oranda etkilediği varsayılmıştır.
2. Ders planları, ders etkinlikleri ve veri toplama araçları ile ilgili olarak başvuru uzmanların görüşlerini belirtirken samimi ve gerçekçi oldukları varsayılmıştır.
3. Öğrencilerin çalışmada kullanılan, ön test ve son test olarak uygulanan veri toplama araçlarına verdikleri cevaplarda samimi oldukları ve cevapların gerçeği yansıttığı varsayılmıştır.
4. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevapların öğrencilerin düşüncelerini doğrudan yansıttığı varsayılmıştır.
5. Uygulamayı yapan öğretmenle yapılan görüşmede öğretmenin açık uçlu sorulara verdikleri cevapların kendi düşüncelerini yansıttığı varsayılmıştır.
6. Araştırmacının süreç içinde ve verilerin toplanması esnasında objektif olarak yer aldığı ve kendi etkisini en aza indirdiği varsayılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, Kayseri ili Kocasinan ilçesinde yer alan bir okulda öğrenim gören dokuzuncu sınıf öğrencilerinin, atom ve periyodik sistem konusunda akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine STEM uygulamalarının etkisini belirlemektir. STEM uygulamalarının öğrenciler üzerine etkisi ortaya konarak, 21. yy. becerileri ile donatılmış öğrencilerin yetiştirilmesi, bu alanda yapılan çalışmaların hız kazanması ve mevcut eğitim sistemi ile ilgili yapılacak değişikliklerde bu örneklerin de dikkate alınması anlamında alan yazına bir katkı sunulmuş olacaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu bölümde sırasıyla çalışmanın bağımsız değişkeni olan STEM'e dair ve bağımlı değişkenleri olan akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına ilişkin gerekçeler sunulmuştur. Ayrıca, bu değişkenler haricinde, çalışmanın önemine katkı sunacak bazı gerekçelerde bu bölümün sonunda verilmiştir.

Buhar makinelerinin icadından günümüz teknolojilerine gelinceye kadar üretme ve geliştirme (inovasyon) üzerine bilimde müthiş bir gelişmenin yaşandığı söylenebilir. Bu gelişmenin etkisi bilim dünyasında “Büyük Dönüşüm” olarak adlandırılmıştır (Polanyi, 2007). Bu dönüşüm ile insanların günlük hayat aktivitelerinden insan ilişkilerine kadar birçok alanda değişim yaşanmıştır. Eğitim alanında da bu değişimlerin yaşandığı görülmektedir. Toplumlar fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öğrencilerin 21. yy becerileri ile donatılmasını istemektedirler. Bu anlamda, bahsedilen alanlarda becerili nesillerin yetiştirilmesini hedefleyen STEM eğitimi yaklaşımı, okul öncesinden üniversite sonrasına kadar olan geniş bir süreci içermektedir. Bu süreçte öğrenci kendi hayatında karşılaşılabileceği yaşam problemleriyle karşı karşıya getirilmekte ve bu problemlere mühendislik tasarım sürecini takip ederek yaratıcı çözümler üretmesi ve ürünler tasarlaması beklenmektedir (Wagner, 2008).

Fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) disiplinlerinin birbirine entegrasyonu olarak tanımlanan STEM eğitimi öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözerek anlamlı öğrenme

gerçekleştirmelerini sağlar (Wang, 2012). Bilim insanları ve mühendisler farklı disiplinlere ait bilgi ve becerileri arada sınırlar olmadan bir arada kullanırken, öğretim programlarının disiplinler arasına kesin sınırlar belirlemeleri öğretimin gerçek hayattan kopmasına sebep olmaktadır (Ercan, 2014). Ayrıca, gerçek hayattan kopuk, öğrencinin süreç içinde pasif kaldığı, öğrencilerin düşünmeye değil talimatları uygulamaya yöneltildiği, sadece ürün odaklı bir öğretim yaklaşımı (geleneksel öğretim yaklaşımı) ile öğrencilere problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve girişimcilik gibi 21. yy becerilerinin kazandırılması ve bu becerilerin öğrencilerde istenilen düzeyde gelişmesi beklenemez (Thomas, 2014).

Eğitim alanında yapılan araştırmalar eğitimde birçok öğretim stratejisinin birlikte kullanıldığı bütüncül yaklaşımı kullanmanın öğrencilerin başarılarını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir (Özdilek & Özkan 2009). Benzer şekilde, STEM yaklaşımının da elverişli bir öğrenme ortamı oluşturduğu (Lantz, 2009; Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014), öğrencilerin fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağladığı (Tseng, ChangLou & Chen 2013) ve akademik başarılarını arttırdığı (Han, 2013; Han, Capraro & Capraro, 2015; Yıldırım & Altun, 2015) yönünde alan yazında yapılan çalışmalar görülmektedir. Dolayısıyla, STEM eğitimi ile ilgili ulusal ve uluslararası çapta yapılan çalışmalarda ifade edilen STEM eğitiminin akademik başarıyı olumlu yönde etkileri vurgulanmaktadır.

Yıldırım ve Altun (2015), fen bilgisi öğretmen adayları ile yine STEM'e dayalı etkinlikler yoluyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, laboratuvar dersinde öğretmen adayları ile çeşitli mühendislik uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda, öğretmen adaylarının akademik başarılarında artış tespit edilmiştir. Yine benzer bir çalışmada da, STEM etkinliklerinin etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sonunda, STEM'e dayalı etkinliklerin öğrencilerin, akademik başarılarını arttırdığı, öğrenme konusunda daha motive ve istekli olmalarını sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Ceylan, 2014).

Zech'in (2014) doktora çalışmasında, STEM etkinliklerini proje tabanlı öğrenme yöntemine entegre etmiş ve bu yöntemin etnik yapıları farklı özel öğrencilerdeki etkisini ortaya koymaya çalışmıştır. Karma yöntem kullandığı çalışmasında öğretim yönteminin öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına ve ders

katılımlarına etkisini araştırmıştır. Veriler hem öğretmenlerden hem de öğrencilerden toplanmıştır. Boylamsal olarak yürütülen çalışmada farklı yıllarda analizler yapılmış ve katılımcıların akademik başarılarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Özel öğrencilerden oluşan katılımcıların aynı şekilde okuma performanslarının da arttığı tespit edilmiştir. Öğretmenlerde ise etkinliklere karşı olumlu tutumların geliştirildiği araştırma sonunda ortaya çıkan bir diğer sonuçtur. Ayrıca, çalışma sonunda proje temelli STEM eğitim yaklaşımını okullarda kullanmak isteyenler için kapsayıcı bir model ortaya konmuştur.

Buna ek olarak, ilgili alan yazında STEM eğitim yaklaşımının bilimsel yaratıcılığa etkisi üzerine çalışmaların da bulunduğu görülmektedir (Barry & Kanematsu, 2006; Barry, Kanematsu, Lawson, Nakahira & Ogawa, 2017; Ceylan, 2014; Henriksen, 2014; Kanematsu & Barry, 2016; Walsh, Anders & Hancock 2013). Bahsedilen çalışmalara bakıldığında uluslararası alan yazındaki çalışmaların çok sayıda olduğu, diğer taraftan ulusal alan yazındaki çalışmaların ise sınırlı sayıda olduğu dikkati çekmektedir. İlgili çalışmalarda STEM eğitim yaklaşımı ile dizayn edilen öğrenme ortamlarında katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği ifade edilmektedir.

Katılımcıların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinin STEM eğitim yaklaşımı ile ilişkilendiren çalışmalar incelendiğinde bu alanda sınırlı sayıda araştırma bulunduğu görülmektedir (Yıldırım, Şahin & Tabaru, 2017). Bu çalışmalarda STEM eğitim yaklaşımını oluşturan temel felsefe ile bilimin doğasının ilişkili olduğu ve birbirini desteklediği ifade edilmektedir. Ayrıca, STEM etkinliklerinin, katılımcıların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini olumlu yönde etki ettiği de elde edilen sonuçlar arasındadır.

STEM eğitim yaklaşımının eğitime olumlu etkileri üzerine alan yazında farklı çalışmalarda bulunmaktadır. Örneğin Yamak ve arkadaşlarının (2014) STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, STEM etkinlikleri sonucunda, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmanın sonunda öğrenciler STEM etkinlikleri yolu ile tasarımlar yapıp bir ürün ortaya çıkarmışlar ve fene karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirmişlerdir. Benzer olarak, Şahin ve arkadaşları (2014) çalışmalarında STEM'e dayalı okul sonrası etkinlikler tasarlamışlardır. Bu

etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkisini ortaya koymaya çalışmışlardır. STEM'e dayalı etkinliklerin, öğrencilerin STEM alanlarına karşı ilgilerini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. STEM uygulamalarının sadece akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası hakkındaki düşünceler üzerinde olumlu etkisi bulunmayıp, yukarıdaki örnek çalışmalarda da görüldüğü gibi öğrencilerin fene karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağladığı ve fene karşı ilgilerinin de artmasına sebep olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, alan yazındaki ilgili çalışmalar incelendiğinde STEM eğitiminin olumsuz etkileri üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum STEM eğitiminin öğrencileri farklı bağımlı değişkenler açısından olumlu etkilediğini ortaya koymakta ve bu çalışmada bağımsız değişken olarak STEM eğitim yaklaşımının belirlenmesinin gerekçesini oluşturmaktadır.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda da vurgulandığı gibi öğrenciler üzerinde STEM eğitimi önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla, STEM eğitiminin önemli hale gelmesi bu çalışmada da STEM eğitime yönelik etkinliklerin uygulanmasına yol açmış ve bu etkinlikler ile öğrencilerin yukarıda bahsedilen 21. yüzyıl becerilerini kazanacakları düşünülmüştür. Ayrıca, STEM uygulamalarının yapılandırmacı felsefeyi temel alan 5E öğrenme modelinin içerisine entegre edilmesine karar verilmiştir. Yapılandırmacı felsefede öğrenciyi sınıf içinde aktif kılan ve 21 yüzyıl becerilerini öğrencilerde oluşmasını sağlayan bir anlayış benimsendiğinden ve bu anlayışın 5E öğrenme modelinde uygulanabilirliğinin olmasından dolayı bu çalışmada STEM uygulamaları 5E öğrenme döngüsü modeli içine entegre edilmiştir (Lee & Fraser, 2000; Georghiades, 2000).

Ayrıca, Türkiye'de 2013 yılında düzenlenen ortaöğretim öğretim programları ile kimya öğretim programı öğrencinin öğrenme sorumluluğunu alarak sürece aktif olarak katıldığı bir program haline dönüştürülmüştür (MEB, 2013). Öğretim programındaki değişiklikler incelendiğinde temelinin, yapılandırmacı kurama dayandığı ve STEM eğitiminin temel ilke ve amaçlarıyla benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla, kimya öğretim programı da yukarıda bahsedilen gerekçelerden dolayı STEM'e dayalı etkinlikleri önemseydiği için bu çalışmada da bu etkinliklerin kullanılması önemli hale gelmiştir.

Diğer taraftan alan yazın incelendiğinde uluslararası alan yazında konu ile ilgili fazla sayıda çalışma bulunurken, Türkiye’de sınırlı sayıda çalışma yapıldığı tespit edilmiştir (Keçeci, Alan & Kırbağ Zengin, 2017; Pekbay, 2017). Alan yazındaki STEM eğitimi ile ilgili ulusal çalışmalar incelendiğinde söz konusu çalışmaların ortaokul (Keçeci, Alan & Kırbağ Zengin, 2017), öğretmen adayları (Altan, Yamak & Kırıkkaya, 2016) ve okul dışı alanlara (Yamak, Bulut & Dündar; 2014) yoğunlaştığı ve ortaöğretim öğrencileri ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (Çevik, 2018; Akdağ & Güneş, 2015). Ayrıca yine ulusal ve uluslararası alan yazında fen bilimleri (Mehalik, Doppel & Schuun, 2008; Yıldırım & Altun, 2015; Wyss, Heulskamp & Siebert, 2012) ve matematik (Çorlu & Çallı, 2017; Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012) dersleri ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Konu alanı olarak orta öğretim kimya dersinin seçildiği uluslararası alan yazında sınırlı sayıda çalışma bulunurken (Panmueang, Chomchid & Soamtoa, 2017), ulusal alan yazında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla, STEM’in kimya derslerinde kullanımı ile ilgili alan yazında sınırlı sayıda çalışma bulunduğundan, bu alanda yapılacak çalışmanın eğitim araştırmacılarına kimyanın diğer konularında da kullanılabileceği konusunda yol göstereceği umulmaktadır. Ayrıca sınıflarında STEM eğitim yaklaşımını kullanmak isteyen kimya öğretmenlerine de rehberlik edeceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, kimya konularından öğrencilerin soyut ve anlaşılabilir olarak ifade ettikleri bir konu olan “Atom ve Periyodik Sistem” seçilmiş (Coll & Treagust, 2003; Maskill, Cachapuz & Koulaidis, 1997), öğrencilerin konu ile ilgili farklı ders etkinlikleri yoluyla anlamlı öğrenmelerini sağlayacak, zengin bir öğrenme ortamı oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, ilgili alan yazına bakıldığında gerek ulusal gerekse uluslararası alan yazında “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesi ile STEM eğitiminin ilişkilendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Gerek ulusal (YSK), gerekse uluslararası (PISA ve TIMMS) sınavlarda alınan puanlar incelendiğinde, Türkiye’de fen eğitimi ile ilgili, bazı sıkıntıların olduğu görülmektedir (Anıl, 2010). Tespit edilen bu sıkıntılardan bir kaçı; fen-matematik okuryazarlığı puanlarının düşüklüğü ve fen ve mühendislik gibi alanlara öğrenci yerleştirme oranlarının düşük olması şeklinde sıralanabilir. Bahsedilen sıkıntıların ortadan kaldırılması için, fen derslerinin öğretiminde öğrencilerin fen derslerindeki başarılarını artıracak, onlara yaratıcılıklarını kullandıracak ve günlük hayatlarında

karşılaşılabilecekleri problemleri çözdürebilecek bir strateji ortaya konmalıdır. Bu çalışmada da bu stratejinin ortaya konması hedeflenmiştir.

STEM eğitim yaklaşımı disiplinler arası bir bakış açısı ile teknoloji ve mühendislik tasarımını fen/ kimya sınıflarına getirerek öğrenciler için eğlenceli bir öğrenme ortamı hazırlamaktadır (Mohr-Schroeder vd., 2014). Bu durum, öğrencilerin bilimsel bilgiyi günlük hayatlarına transfer etmelerine yardımcı olmaktadır. Bu doğrultuda STEM etkinlikleri ile oluşturulacak pozitif öğrenme ortamının fen bilimleri/ kimya öğretmenlerine ve bu öğretmenlerin eğitim verdikleri sınıflardaki öğrencilerine önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Bu sebeple bu çalışmada pozitif öğrenme ortamı sunan 5E öğrenme döngüsüne dayalı STEM etkinlikleri bağımsız değişken olarak seçilmiştir.

1.4. Tanımlar

STEM: “Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerinin baş harflerinden oluşmuş bir akronimdir” (Dugger, 2010, s.2).

STEM Eğitimi: “Kişilerin rekabet etme yeteneğini artıran, STEM okuryazarlığının gelişimini sağlayan, girişimcilik yeteneğinin gelişmesine yön veren, okul, toplum ve iş arasında bağlantılar kurmayı sağlayan, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında entegrasyon sağlayan ders içerikleri ile öğrencilerin gerçek yaşamlarındaki problemleri çözmelerini sağlayan bir eğitim sürecidir” (Thomas, 2014).

İnovasyon: “Fikirlerin geliştirilmesi ve bu fikirlerin hayata geçirilerek uygulanmasıdır” (URL-1).

21. yüzyıl Becerileri: “Bireylerde bulunması ve geliştirilmesi gereken; yaratıcı ve eleştirel düşünebilme, işbirliği yapabilme ve takım çalışması yürütebilme, kompleks problemlere çözüm üretebilme, teknolojiyi etkin kullanabilme, inovasyon yapabilme gibi beceriler olarak tanımlanır” (Partnership for 21st Century Skills, 2011).

Yaratıcı Düşünme: “Yaratıcı Düşünme; buluşçu, yenilik arayan ya da eski sorunlara yeni çözümler getiren ve özgün düşüncelerin ortaya çıkmasını sağlayan bir düşünce biçimidir.” (Yenilmez & Yolcu, 2007, s. 96).

Bilimin Doğası: “Bilimsel bilginin gelişiminde ve değişiminde kişide var olan değerler ve inanışlar ile bilimsel bilginin gelişimini anlamadır” (Lederman 1992, s. 332).

Endüstri 4.0: “Yapay zeka, 3D (üç boyutlu) yazıcılar, robotik ve biyo, nano ve uzay teknolojisi alanlarında yaşanan gelişmeler ile birlikte belirli bir ekonomik değere sahip canlı-cansız her nesnenin internet bağlantılarıyla diğer nesnelere iletişime ve etkileşime geçebileceği akıllı üretim dönemidir” (Aksoy, 2017).

Atom: “Yunanca “atomos” (parçalanamaz) kelimesinden türetilmiş olup, maddeyi oluşturan en küçük taneciktir” (URL-2).

Periyodik Tablo: “Belli kurallara uygun olarak (atom numarasına göre) elementlerin sıralanması ile oluşturulan tablodur” (URL-3).

1.5. Sınırlılıklar

1. Çalışma 2016 - 2017 öğretim yılı birinci dönemini kapsamaktadır.
2. Kimya dersini alan dokuzuncu sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.
3. Çalışma 10 haftalık bir süreyi kapsamaktadır.
4. Çalışmanın örneklemini 133 öğrenciden oluşmakta olup, çalışmada kullanılan nitel veriler için bir öğretmen ve sekiz öğrenci ile çalışılmıştır.
5. Çalışmanın veri toplama araçlarından olan başarı ve yaratıcılık testi ile ilgili olarak geçerlik çalışmaları sadece kapsam geçerliği üzerinden yürütülmüş olup, yapı geçerliği ve ölçüt geçerliği ile ilgili herhangi bir çalışma gerçekleştirilmemiştir.
6. Çalışmanın birçok aşamasında uzman görüşüne başvurulmuş, fakat uzman görüşlerine ait bilgiler ayrıntılı olarak incelenmemiş, genel olarak bahsedilmiştir.
7. Çalışmanın konusundan dolayı STEM disiplinlerinin derslere entegrasyonunda teknoloji ile ilgili uygulamalar sınırlı olarak gerçekleştirilebilmiştir.
8. Öğretmen ve öğrenci görüşmeleri ile ilgili olarak pilot çalışma gerçekleştirilememiştir.
9. “Atom ve Periyodik Sistem” konusu doğası gereği sınırlı esnekliğe sahip olduğundan STEM’in mühendislik boyutuna yönelik olarak gerçekleştirilen tasarımlar içerik çerçevesine bağlı kalınarak ortaya konmuştur.

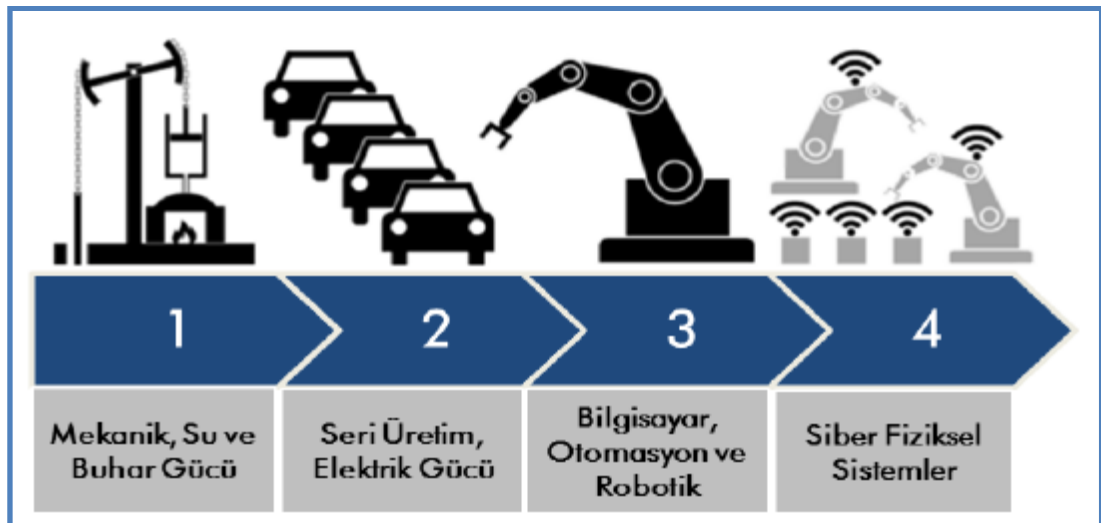
BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0

İnsanlık tarihi incelendiğinde, endüstri ve sanayi devrimlerinin genel olarak üretim geliştirme üzerine gerçekleştirildikleri görülmektedir (Karaoğlu, 2016). Birinci sanayi devrimi (1.0) buhar gücünden, ikinci sanayi devrimi (2.0) elektrik gücünden yararlanmaya ve bu yolla sistemleri çalıştırmaya dayanır. Sonraki süreçte ortaya çıkan üçüncü sanayi devrimi (3.0) ise, elektronik araçların kullanımı ve otomatik üretimi içermektedir (Bulut & Akçacı, 2017).

Endüstri 1.0- buhar makinelerinin icadından Endüstri 4.0 günümüz teknolojilerine gelinceye kadar üretim geliştirme/ inovasyon üzerine teknolojik anlamda müthiş bir gelişmenin yaşandığı söylenebilir. Özellikle, günümüzden geriye doğru son beş yüz yıla baktığımızda, “Sanayi Devrimi” sonrası değişimden öte *büyük bir dönüşümün* yaşandığı ifade edilebilir (Aksoy, 2017). Bütün dünyayı etkisi altında bırakan bu “Büyük Dönüşüm”, insanların günlük hayat aktivitelerinden tutun da insan ilişkilerine kadar birçok alanda değişimin yaşanmasına sebep olmuştur.



Şekil 1 Sanayi devrimleri (Kaynak: URL-4)

Yukarıdaki şekil, teknolojinin/üretim araçlarının değişimini ifade etmektedir. Şekil net sayısal verilere dayandırılarak oluşturulmamış olmasına rağmen, yukarıdaki şekil incelendiğinde sanayi devriminden sonra yaşanan değişim net bir biçimde görülmektedir.

2000’li yılların başlarına gelindiğinde teknolojik anlamda baş döndürücü bir gelişim süreci başlamıştır. 2011 yılında Almanya Hannover fuarında ilk defa 4.0- “Sanayi Devrimi” kullanılmıştır (URL-5) ve daha sonrasındaki süreçte konuşulmaya başlanmıştır. 2016 yılında Davos’ta bir “Dünya Ekonomik Forumu” düzenlenmiş ve “Endüstri 4.0- Sanayi Devrimi” bu zirvede Almanya’nın öncülüğünde masaya yatırılmış ve tartışılmıştır. Endüstri 4.0; teknolojik alanda yaşanan gelişmeler (örneğin, yapay zeka, 3D (üç boyutlu) yazıcılar, robotik v.s.) ve akıllı üretim teknolojilerini içeren bir inovatif süreç olarak tanımlanmaktadır (Aksoy, 2017; KPMG, 2015).

Türkiye açısından durum değerlendirmesi yapıldığında, Türkiye’nin konumu gereği Endüstri 4.0- “Sanayi Devrimi” ile ilgili süreçten çok fazla etkilendiği söylenilebilir. Bu da, Türkiye’nin sanayi devrimini yakalamasını gerekli kılmıştır (Bulut & Akçacı, 2017). Dolayısıyla Türkiye’de Endüstri 4.0’a uyum sağlayabilmek için atılımlar yapılmalıdır. Nitelikli iş gücü oluşturma bu atılımların en önemlilerinden birisidir (TÜSİAD, 2016).

2.2. Nitelikli İş Gücü

2016 yılında “Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği” (TÜSİAD) tarafından hazırlanan Türkiye ile ilgili raporda, Endüstri 4.0 sanayi devriminin gerekliliği ve öneminden bahsedilmektedir. Bu rapora göre; Türkiye’nin rekabet gücü yüksek ekonomiler içinde yer alması için, gelişen teknolojileri takip etmesi ve teknolojiyi içselleştirmiş iş gücüne sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır.

Türkiye Yeterlikler Çerçevesi (TYÇ) Türkiye’de nitelikli iş gücünün oluşturulması üzerinde durmaktadır. TYÇ’ye göre nitelikli iş gücüne sahip bireyler yetiştirilmelidir. Bir başka ifadeyle, 21. yüzyıl becerilerine sahip olarak yetiştirilen gençler nitelikli iş gücünü oluşturmaktadır (TYÇ, Madde 4. s. 6549).

2.3. Yirmibirinci Yüzyıl Becerileri

Bir ülkenin ekonomik olarak kalkınmasında, Endüstri 4.0- sanayi devriminin temelini oluşturan “inovasyon” önemli bir yere sahiptir. İnovasyon yeni ve değişik bir şey yapmak, üretmek olarak tanımlanır (URL-2) fakat bu sınırlı bir tanım olup, sadece somut ürün üretimi olarak algılanmamalıdır. Yeni bilgilerin üretimi, mevcut bilgilerin farklı amaçlar için kullanımı ve bu durumun ekonomik açıdan kar getirici bir süreç dönüşürülmesi de inovasyon olarak değerlendirilir. İnovasyon ülkelerin rekabet gücünü arttırarak, bölgesel/ ulusal kalkınmaya katkı sağlar (Kılınç, 2011). Dolayısıyla, Endüstri 4.0- sanayi devriminin topluma entegrasyonunda ve uyum aşamasında problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Küresel rekabet ortamı içinde fazla bilgiye sahip olan toplumlar değil; karşılaştığı sorunu çözebilecek bilgiye ulaşabilen ve sorunlara yaratıcı çözümler bulabilen bireylerden oluşan toplumlar varlıklarını sürdürebileceklerdir (Keleşoğlu & Kalaycı, 2017).

Tablo 1. 2015 ve 2020 Yıllarında Kişilerden Beklenen İlk On Beceri Listesi

2020	2015
1. Problem Çözme	1. Problem Çözme
2. Eleştirel Düşünme	2. İşbirliği
3. Yaratıcılık	3. İnsan Yönetimi
4. İnsan Yönetimi	4. Eleştirel Düşünme
5. İşbirliği	5. Müzakere Becerileri
6. Duygusal Zekâ	6. Kalite Kontrol
7. Muhakeme Gücü ve Karar Verme	7. Hizmet Oryantasyonu
8. Hizmet Oryantasyonu	8. Muhakeme Gücü ve Karar Verme
9. Müzakere Becerileri	9. Aktif Dinleme
10. Bilişsel Esneklik	10. Yaratıcılık

Kaynak: Dünya Ekonomik Forumu, “Geleceğin İşleri” Raporu, 2016.

Yukarıdaki Tablo 1’de, “Dünya Ekonomik Forumu” tarafından 2016 yılında yayınlanan “Geleceğin İşleri” raporunda, 2015 ve 2020 yılları için iş dünyasının beklentileri dikkate alınarak ihtiyaç duyulan 10 temel beceri karşılaştırmalı olarak sıralanmıştır. Tablo 1 incelendiğinde, 2015 yılı için öne çıkan becerilerin, 2020 yılında sıralamasının değiştiği ve yeni becerilerin de listeye eklendiği görülmektedir. 2020 yılı için istenilen becerilere bakıldığında, yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerinin yerlerinin değişerek ilk sıralara ilerledikleri dikkati çekmektedir. Ayrıca, duygusal zekâ ve bilişsel esneklik gibi yeni becerilerin de istedik beceriler arasına girdiği görülmektedir.

Bilim ve teknoloji alanında yaşanan değişime paralel olarak mevcut eğitim sisteminin, bu sistem içerisinde yer alan bireyleri farklı bilgi, beceri ve yeterliklerle donatması gerekmektedir. Eleştirel düşünme, inisiyatif kullanabilme, kompleks problem çözme, liderlik yeteneği, esneklik, adaptasyon, girişimcilik, doğru iletişim kurabilme, merak ve hayal gücü, yaratıcılık ve inovasyon “21. Yüzyıl becerileri” olarak ifade edilen bu becerilerden bazılarıdır (Keleşoğlu & Kalaycı, 2017; Wagner, 2008).

21. yüzyıl becerilerin tanımlandığı çalışmalara bakıldığında farklı becerilerin sıralanabildiği görülmekte olup, ortak bir ifadeden bahsedilememektedir. Bununla birlikte bazı becerilerin öne çıktığı ve sıklıkla ifade edildiği tespit edilmiştir. Lotto ve Barrington’a (2006) göre 21. Yüzyılda yaşayan bireylerin sahip olması gereken beceriler temel beceriler ve uygulamalı beceriler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan dil becerisi, okuduğunu anlama, bilim okuryazarlığı ve matematik okuryazarlığı temel beceriler olarak sınıflandırılırken; eleştirel düşünme / problem çözme, takım çalışması / işbirliği, yaratıcılık ve yenilikçilik gibi beceriler uygulamalı beceriler arasında yer almaktadır (Lotto & Barrington, 2006).

Diğer taraftan, alan yazında bazı kaynaklarda öğrencileri küresel dünyaya hazırlamak için gerekli beceriler olarak ifade edilen 21. Yüzyıl becerileri “soft beceriler” olarak adlandırılmaktadır. Eleştirel düşünebilme, problem çözebilme, yaratıcı düşünce, yenilikçi yaklaşım (inovasyon), küresel farkındalık, finansal okuryazarlık, medyaya ve teknolojiye erişebilirlik ve bilgiyi yeni durumlara uyarlayabilme soft beceriler arasında yer almaktadır (Partnership for 21st Century Skills, 2011).

Partnership For 21st Century Skills / P21 (2011) araştırmalarına göre 21. Yüzyıl becerileri üç ana başlık (öğrenme ve yenilikçilik becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri ve yaşam ve kariyer becerileri) altında toplanmış ve bu başlıklar altında toplan 13 beceri sıralanmıştır. Yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği P21 çalışmalarında öne çıkan beceriler arasında olup, öğrencileri geleceğe hazırlamak için bu becerilerin çok gerekli olduğu çalışmalarda vurgulanmaktadır.

Bazı kaynaklarda “survival skills (hayatta kalma becerileri)” olarak ifade edilen 21. Yüzyıl becerilerinin, önümüzdeki yıllarda bireysel sanayi dönemine geçilmesiyle öneminin daha da artacağı ifade edilmektedir (Akgündüz vd. 2015). Wagner’e (2008) göre öğrenen bireyler bir ülkenin bilgi ekonomisini oluşturmaktadır ve ülkeler

ekonomik rekabetle baş edebilmek istiyorlarsa bilgi ekonomisini geliştirmek için gerekli önlemleri almak ve hazırlıkları yapmak zorundadırlar.

Geleneksel eğitim yaklaşımları ile 21. Yüzyılın bir gereği olarak ifade edilen bilgi ekonomisinin gelişimi mümkün değildir. Bunun için yeterlikler ve becerilere odaklanan bir eğitim yaklaşımı gerekmektedir (Suarez-Orozco, 2007).

21. yüzyılda insanların karşı karşıya kalacakları problemler incelendiğinde, bu problemlerin genetik hastalıklar, makineleşme, temiz enerji kaynaklarının eldesi gibi daha karmaşık ve farklı alanlardaki uzmanların bir araya gelerek çözebilecekleri problemler olduğu görülmektedir (Çorlu, 2017). Bu karmaşık problemlere çözüm üretebilecek gençlerin de, yenilikçi bir eğitim anlayışı ile yetiştirilmeleri ve 21. Yüzyıl becerileri ile donatılması gerekmektedir (Akbaba, 2017). Bu konuda öğretmenler/ eğitimciler başta olmak üzere hükümetler, sivil toplum kuruluşları ve akademik çevreler olmak üzere farklı alanlardan kişi ve kurumlara görevler düşmektedir.

2.3.1. Yirmibirinci Yüzyıl Becerilerinin Öğrencilere Kazandırılmasında Öğretmenin Rolü

Öğrencilerin 21. Yüzyıl öğrencisi olması için öncelikle, öğretmenlerin 21. Yüzyıl öğretmeni olmaları gerekmektedir. Okul öncesinden lisans dönemini kapsayan eğitim sürecinde, öğretmenler önemli bir role sahiptir. Bu süreç içinde öğrencilerin edindikleri beceriler öğretmenlerin becerileri ile doğrudan ilişkilidir. Bu yüzden geleceğin öğrencilerini yetiştirmek için, öncelikle öğretmenlerin bazı becerileri edinmeleri gerekmektedir (Brun & Hinostroza 2014).

Öğretmenlerin sahip olmaları gereken beceriler için birçok ülkede standartlar ortaya konmaya çalışılmaktadır (National Council for Accreditation of Teacher Education- NCATE, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yeterlikleri, NETS (National Educational Technology Standart)). Ortaya konmaya çalışılan öğretmen yeterlikleri incelendiğinde; 21. Yüzyıl öğretmenin, rehber, yenilikçi, süreci dizayn eden, yöneten, gözlemleyen, alan yeterliliği yüksek, öğrencileri sürece aktif olarak dahil edebilen, süreç içinde doğru rehberliği yapan, öğrencilerini işbirlikli çalışmaya teşvik eden ve onların yaratıcılığını destekleyen kişiler olması beklenmektedir (ISTE Standards-T, 2008).

Yukarıdaki ifadelere ek olarak, 21. Yüzyıl öğretmen ve öğrencilerinin sahip olması istenilen özelliklerden birisi de teknoloji okuryazarlığıdır. Burada özellikle öğretmenlerin, öğrencilerini gelişen teknolojiler ile birlikte yeni durumlara adapte olacak şekilde yetiştirebilmeleri için teknolojiyi derslerine mümkün olduğunca entegre etmeleri beklenmektedir (Günüç, Odabaşı & Kuzu 2013). Buradan hareketle, öğretmenlerin teknolojiyi derslerde kullanmasını gerektiren ve öğrencilerin 21. Yüzyıl becerileriyle donatılmasını sağlayan yenilikçi eğitim yaklaşımlarını da derslerinde kullanmaları gerekmektedir. Yenilikçi eğitim yaklaşımlarının derslere entegrasyonunun sağlanması için öncelikle temelinde yatan felsefenin bilinmesi gereklidir. Bu felsefe ise aşağıda açıklanacağı gibi yapılandırmacı felsefedir.

2.4. Yapılandırmacı Yaklaşım

Yukarıdaki bölümlerde bahsedildiği gibi, günümüz toplumunda; lider, kendi öğrenme sorumluluğunu alan, işbirliği içinde takım çalışması yürütebilen ve günlük hayatta karşılaştığı karmaşık problemlere çözüm üretebilen bireylere ihtiyaç bulunmaktadır. Fakat öğrencilerin süreç içinde pasif bilgi alıcısı olduğu geleneksel öğretim yöntemleri ile istedik özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesi mümkün değildir. Bu sebeple, eğitim alanında öğrencilere bilgiye ulaşma yollarının sunulduğu, öğrencilerin problem çözme ve karar verme becerilerini geliştiren yenilikçi eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmuştur (Dündar, 2008).

Yirmibirinci yüzyılın gerekleri, günümüz bilgi ve teknoloji koşulları ile toplumun ihtiyaç, farklı beklenti ve talepleri doğrultusunda hazırlanan yeni öğretim programlarında yapılandırmacı kuram dikkate alınmıştır (Evrekli, 2010). Oluşturmacı, yapısalcı, bütünleştirici olarak da adlandırılan yapılandırmacılık kuramına göre; öğrenci sürece aktif olarak katılarak ve mevcut bilgilerini kullanarak, bilgiyi yeniden inşa eder ve böylelikle anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirir (Özden, 2005). Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenme ortamlarında, bireyin ön bilgileri ve kişisel özellikleri önemli bir yere sahiptir (Hand & Treagust, 1991; Huang, 2002).

Türkiye’de 2004 yılında öğretim programları ile köklü değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Buna göre 2004 yılından sonra öğretim programlarındaki davranışçı eğitim felsefesinin yerini yapılandırmacı eğitim felsefesi almıştır (Aygören, 2009). Değişim öncelikle ilköğretim kademesinden başlamakla birlikte, daha

sonrasında bütün öğretim seviyelerinde hakim olmuştur (Baş, 2012). 2004 yılından itibaren hazırlana öğretim programları ve ders kitapları yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrencinin öğrenmesinden sorumlu olacak şekilde düzenlenmiştir (MEB, 2005).

Yapılandırmacı yaklaşımın eğitime entegre edilmesi ile birlikte ulusal ve uluslararası alan yazında konu ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Özellikle, fen eğitimi alanında yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilere kazandırdıkları ile ilgili çalışmaların çokluğu dikkati çekmektedir (Acat, Karadağ & Kaplan, 2012; Bukova-Güzel, 2008; Busbea, 2006; Demir, 2007; Eroğlu, Öner Armağan & Bektaş, 2015; Evrekli, 2010; Evrekli, İnel, Balim & Kesercioğlu, 2009; Genç, 2008; Karaduman, 2005; Kim, Fisher & Fraser, 1999; Mengi & Schreglman, 2013; Nakibolu, 1999; Şahin, 2008; Yanpar-Şahin, 2001; Yurdakul, 2008).

Yapılandırmacı kuramın eğitime olumlu etkilerinin ortaya konmaya çalışıldığı çalışmalardan biri olan Bukova-Güzel (2008)'in çalışmasında, matematik öğretiminde yapılandırmacı kuramın etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılandırmacı kuramın derste kullanılmasına bağlı olarak katılımcıların matematik öğrenmede düşünme süreçlerini aktif olarak kullandıkları ve daha fazla başarı gösterdikleri ifade edilmiştir. Benzer olarak Yanpar, Hazer ve Arslan'ın (2006) çalışmalarında da çalışma sonucunda, yapılandırmacı kurama göre ders öğretimi gerçekleştirilen sınıfta yer alan katılımcıların, geleneksel öğretimin kullanıldığı sınıfta yer alan katılımcılara göre daha yüksek başarı gösterdikleri ve grup aktivitelerine karşı daha olumlu yaklaşımları tespit edilmiştir.

Yapılandırmacı yaklaşımın temel felsefesine bakıldığında, bilimsel bilginin doğasını açıklamayı amaçladığı görülmektedir (Arslan, 2007). Diğer taraftan yapılandırmacı yaklaşımın, çevresinde olup bitenlerin farkında olan ve bu farkındalığı kullanarak bilimsel bilgi üreten, bilimsel okuryazarlığa sahip bireylerin ortaya çıkmasını hedeflediği görülmektedir (Brooks & Brooks, 1993; Turgut & Fer, 2006). Bu açıdan değerlendirildiğinde, bilimsel okuryazarlık ve bilimsel okuryazarlığın alt boyutu olan bilimin doğası ile yapılandırmacı yaklaşımın dayandıkları temeller ve hedefler açısından ilişkili olduğu söylenilebilir. Buna ek olarak, alan yazında yapılandırmacı yaklaşımı esas alan öğretim uygulamalarının katılımcıların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine etkisine dair çalışmalar bulunmaktadır (Roth, 2003; Turgut, 2005;

Turgut & Fer, 2006). Bahsedilen bu çalışmalarda, yapılandırmacı yaklaşım uygulamalarının, katılımcıların bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını geleneksel yaklaşıma göre daha fazla geliştirdiği ortaya konulmaktadır.

Yapılandırmacı yaklaşım esas alınarak oluşturulan ve 2007 yılından itibaren kademeli olarak uygulanmaya başlanan orta öğretim programında, yaratıcılık ve yaratıcı düşünme gibi beceriler üzerinde durulmuştur. Bu becerileri öğrencilerin edinebilmesi için yapılandırmacı yaklaşımın etkili bir öğretim stratejisi olduğu söylenilebilir (Üce & Sarıçayır, 2013). Ayrıca, alan yazında yer alan çalışmalara bakıldığında öğrencilerin yaratıcılıklarının geliştirilmesinde yapılandırmacı yaklaşımın etkili olduğunu ifade eden çalışmalarda (Aykaç & Ulubey, 2008; Plucker, Beghetto & Dow, 2004) bu tespiti destekler niteliktedir.

Alan yazında yer alan yapılandırmacı yaklaşım ve eğitime etkileri ile ilgili çalışmalarda da görüldüğü gibi, yapılandırmacı kuram eğitimde, özellikle de fen eğitiminde önemli bir yere sahiptir. Yapılandırmacı kurama dayalı gerçekleştirilen fen dersleri sıkıcı, günlük hayattan kopuk olmaktan çıkmakta ve anlamlı öğrenme gerçekleşmektedir. Ayrıca, süreç içinde öğrenciler eleştirel bakabilen, yaratıcı, sürekli ve yaşam boyu öğrenen, kendi öğrenmesinin sorumluluğunu alan, öğrendiklerini günlük hayatına transfer edebilen bireyler olmakta ve beceriler edinmektedirler (Eroğlu, Öner Armağan & Bektaş, 2015). Bu açıdan yapılandırmacı yaklaşım, yenilikçi öğrenme yaklaşımlarına kaynaklık edebilecek bir felsefe ortaya koymaktadır.

Yapılandırmacı yaklaşım ile yenilikçi öğretim yaklaşımlarından biri olarak görülen STEM eğitim yaklaşımının ilişkisini ortaya koyan alan yazında çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Selvi & Yıldırım, 2017; Seren & Veli, 2018; Yıldırım, Şahin & Tabaru, 2017). Bu çalışmalarda STEM eğitiminin felsefi temelleri, yukarıda bahsedilen yapılandırmacı yaklaşımın temelleri de dikkate alınarak, yapılandırmacı yaklaşıma dayandırılmaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmada da uygulanacak olan STEM temelli etkinliklerin temeli, yapılandırmacı felsefeye dayandırılmıştır.

2.5. STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi

Basit anlamda, teknolojiyi derslerde kullanmayı gerektiren ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerileriyle donatılmasını hedefleyen yenilikçi eğitim yaklaşımlardan biri de STEM

eğitim yaklaşımıdır. Disiplinler arası bir yaklaşım olan STEM; İngilizce “kök” anlamına gelmekte olup, “science, technology, engineering ve mathematics” disiplinlerinin baş harflerinden oluşan bir eğitim kısaltmasıdır (Bybee, 2013; Gonzalez & Kuenzi, 2012).

STEM eğitimi; teorik bilgilerin pratiğe, yenilikçi ürünlere ve icatlara dönüştürülmesini amaçlayan, öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir bütün olarak algılamalarına imkan veren bir eğitim yaklaşımıdır (MEB, 2016). Benzer olarak, STEM, son yılların en büyük eğitim hareketlerinden biri olup, farklı disiplinlerin öğrenciler tarafından bütüncül olarak öğrenilmesini amaçlayan multidisipliner (çok alanlı) bir eğitim yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Kuenzi, 2008). STEM, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarından birinin odağa yerleştirilip, diğerlerinin yardımcı disiplin olarak kullanılması ile günlük yaşamda karşılaşılan problemlere çözümler üretebilme olarak da ifade edilebilir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank & Roehrig, 2013). STEM eğitimi ayrıca merkezde bulunan bir disipline ait özel bilgilerin diğer STEM disiplinleri ile bütünleştirilmesi sonucu öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Dugger; 2010).

STEM kavramının disiplinler arası bir yaklaşım olduğu dışında ortak bir görüş birliği olmadığından, ortak bir STEM tanımı yapılamamakta, bunun yerine ilgili alan yazında çok sayıda alternatif tanım bulunmaktadır (Dugger, 2010; Thomas, 2014). Bir eğitim kısaltması olarak ifade edilse de, aslında STEM eğitimi farklı disiplinleri bir araya getiren, anlamlı öğrenmeyi sağlayan, derste öğrenilenlerin günlük yaşam tecrübeleri ile ilişkilendirilmesine imkân sağlayan, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır (Lantz, 2009; Yıldırım & Altun, 2015). Sadece bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji değil, birçok disiplini içeren geniş bir alana sahiptir. Burada özellikle “science” sadece fen olarak algılanmamalı, psikoloji, sosyoloji ve diğer birçok alanı içerdiği göz ardı edilmemelidir (Kelley & Knowles, 2016; Yıldırım & Altun, 2015).

STEM eğitim yaklaşımı, “Politik STEM”, “Popüler STEM” ve “Pedagojik STEM” olmak üzere birbirleriyle ilişkili üç farklı şekilde kategorize edilmektedir. *Politik STEM*, toplum içinde STEM alanlarına yönelik ilginin arttırılması ve öğrencilerin STEM meslekleri olarak ifade edilen alanlara yönlendirilmesi için yapılan çalışmalardır.

İkinci olarak, Türkiye’de de gerçekleştirilen robotik veya programlama ile ilgili yarışmalar, maker etkinlikleri, popüler bilim ve mühendislik uygulamaları, bilim merkezlerinin yürüttükleri faaliyetler *Popüler STEM* olarak adlandırılmaktadır. Son olarak, Pedagojik STEM ise, verilerden yola çıkılarak ortaya konmaya çalışılan akademik çalışmalar olarak ifade edilmektedir (Çorlu, 2017).

STEM Eğitimi Türkiye Raporu’nda STEM kısaltması ile ilgili farklı disiplinlerinde işin içine girebileceği dikkate alınarak çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Buna göre, STEM eğitime programlamanın eklenmesiyle STEM+C (STEM+Computing), girişimcilik ile ilgili becerilerin eklenmesi sonucu STEM+E (STEM+Entrepreneurship) ve görsel sanatların uygulamalara eklenmesiyle STEAM (STEM+ART) kısaltmalarının geçerli olabileceği şekilde önerilerde bulunmuşlardır. Özellikle STEAM, Kore gibi Uzakdoğu ülkelerinde STEM uygulamalarında yaygın olarak yer almaktadır (Akgündüz vd., 2015).

STEM eğitimi ile ilgili uygulama yaklaşımlarına bakıldığında, disiplinlerin ayrı ayrı ele alındığı veya en az iki disiplinin birbiriyle ilişkili olarak (bütünleşik) uygulamaların yapıldığı görülmektedir (Morison, 2006). Türkiye’de yapılan STEM alanı ile ilgili çalışmaların “Bütünleşik STEM” uygulamaları şeklinde olduğu söylenebilir. “Bütünleşik STEM” uygulamaları uygulamalara tüm disiplinlerin birlikte dahil edildiği “Tam Bütünleşik STEM” ve disiplinlerin kademeli olarak sürece dahil edildiği “Kademeli Bütünleşik STEM” yaklaşımı olarak iki farklı şekilde ele alınmaktadır (Yıldırım & Altun, 2015). Bu çalışmada genel olarak “Bütünleşik STEM” yaklaşımı esas alınmış olup, STEM disiplinlerinin tamamı her ders sürece dahil edilmemiş ve “Kademeli Bütünleşik STEM” yaklaşımı temelinde ders planları oluşturulmuştur.

Bütünleşik STEM eğitimi, STEM okuryazarı bireyler yetiştirmeyi amaçlayan, temeli disiplinler arası yaklaşıma dayanan bir eğitim stratejisidir. Buna ek olarak, uygulandığı ders ortamları ile öğrencileri gerçek dünya ile karşı karşıya getiren, özenle planlanmış akademik kavramları içeren öğrenme olarak tanımlanmaktadır (Thomas, 2014).

Nitelikli bireyler yetiştirmek, çağın getirdiklerine ayak uydurabilmek ve gelişmelerin gerisinde kalmamak için kritik bir öneme sahiptir. Günümüz nitelikli bireylerinin yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi bazı becerilere sahip olması beklenmektedir. Bu becerilerin bireylere kazandırılarak çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek gençlerin

yetiştirilmesinde, birden fazla alanın birbiriyle ilişkilendirilerek öğrencilere bütünleşik bir bakış açısıyla sunulması önem arz etmektedir (Yamak, Bulut & Dündar, 2014). Dolayısıyla ülkelerin gelecekteki ilerleme ve refahları için STEM eğitiminin rolü ve etkisi büyüktür.

Günümüzde, birçok ülke STEM eğitimine büyük önem vermektedir. Örneğin, Amerika'da STEM uygulamalarının bütün sınıf seviyelerine yaygınlaştırılabilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Amerika STEM alanında daha çok bilgi edinmek, STEM işgücü yarışını STEM eğitimi aracılığı ile desteklemek ve lise eğitimi boyunca bu eğitimi yerleştirmeyi istemektedir (Thomas, 2014).

Yukarıda bahsedilen bütün çabaların nedeni, STEM eğitimi almış ve 21. yüzyıl becerileri ile donanmış bireylerin sayısını arttırmak ve onları doğru alanlarda istihdam etmektir. Bu hedefin gerçekleşmesi için de yeterli miktarda ve nitelikte STEM eğitimi almış öğretmenlere ve bu öğretmenlerin yetiştirdiği nitelikli öğrencilere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacında gün geçtikçe giderek artacağı öngörülmektedir (Wang, 2012).

STEM eğitimi, öğrencilerin okullarda öğrendiği teorik bilgileri pratiğe çevirerek ürün ortaya çıkarabilmesi açısından önemlidir. STEM eğitimi ile öğrencilerin öğrendiklerini farklı alanlara transfer ederek yeni problemlere çözüm üretebilmeleri sağlanır (MEB YEĞİTEK GM, 2016). Benzer olarak, Çorlu (2017) çalışmasında STEM eğitiminin öğrenmeyi okul ile sınırlamadığını, toplumun bilim toplumuna dönüşmesini sağladığını, öğrencilerin icatlar yapma ihtimallerini artırdığını ve üretime katkı veren öğrenciler yetiştirdiğini ifade etmektedir. Özetle, STEM eğitimi, öğrencilerin mevcut problemlere disiplinler arası yaklaşmasını sağlayarak istenilen bilgi ve becerilere ulaşmalarına olanak sağlaması, öğrencilere 21. yy becerilerini kazandırması ve farklı alanlarda uzmanlaşmalarına imkân vermesi gibi sebeplerden dolayı önem arz etmektedir.

Türkiye ve dünya açısından değerlendirildiğinde, 21. yüzyılda değişen ekonomik koşullarla birlikte ortaya çıkan olumsuzluklar (örneğin, yükselen işsizlik oranları) endüstrinin ve diğer iş alanlarının merkezine inovasyonu koymayı zorunlu hale getirmiştir. İnovasyon kavramının sözlük anlamı, fikirlerin geliştirilmesi ve bu fikirlerin hayata geçirilerek uygulanması şeklinde ifade edilmektedir (URL-1). Ayrıca,

inovasyon, STEM veya Türkçe'ye entegre edilmiş haliyle STEM alanlarındaki gelişmelere bağlı bir süreç ya da bir ürün olarak da tanımlanabilir.

İnovasyon, rekabet gücü için temeldir ve ekonomide durağanlığı önlediği ifade edilmektedir. Bütüncül STEM eğitimi, yeni iş alanları ve meslek standartları ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, mühendis, matematikçi ve bilim insanının gelecekte tanımları ve yeterlikleri de değişecek, bu değişimle birlikte gelecekteki iş alanlarında yeterliğe sahip yeni nesil mühendis, matematikçi ve bilim insanlarının yetiştirilmesine bütüncül STEM eğitimi yön verecektir (Thomas, 2014). Ayrıca yüksek teknoloji alanındaki boşluğu doldurmak için 21. yüzyıl becerileri ile yetiştirilmiş öğrencilerin STEM eğitimi ile olabileceği artık bilinmektedir (Guzey, Harwell & Moore, 2014). İnovasyon becerileri yüksek bireylerin yetişmelerine olanak sağlamak ve disiplinler arası çalışmayı etkin kılmak STEM eğitiminin temel amaçları arasında yer almaktadır (Smith & Karr-Kidwell, 2000).

2.6. STEM'in Derslere Entegrasyonu ve STEM Eğitim Modelleri

STEM eğitim yaklaşımı ile ilgili en önemli noktalardan biri öğretmenlerin ders entegrasyonlarını nasıl gerçekleştirecekleri noktasıdır (Breiner, Johnson, Harkness & Koehler, 2012; Sanders, 2009). Bu konuda alan yazında yer alan belirlenmiş çerçeve önerileri ve paradigmlar mevcuttur. Örneğin, Moore vd.'nin (2014) STEM'in derslere entegrasyonu için ortaya koydukları paradigmaya göre; ilk olarak STEM disiplinleri ile ilgili kavramları birbirine bağlayarak öğrencilerde öğrenmeyi derinleştirmek gerekmektedir. Daha sonra, STEM disiplinleri ile ilgili kavramları öğrencilerin günlük hayata transfer etmelerini sağlayarak anlamalarını genişletmek ve son olarak STEM disiplinlerine yönelik öğrencilerin ilgisini arttırmak gerekmektedir. National Research Council'e [NRC] göre ise (2012, s. 11), K-12 fen eğitiminde, öğrenciler için bilgi ve uygulamaların iç içe geçtiği öğrenme deneyimlerinin tasarlanması gerektiği belirtilmektedir.

Moore ve arkadaşlarının (2014) göre STEM eğitimi, isminde geçen dört disipline ait içerikleri birbirine uyumlu hale getirip, disiplinleri kaynaştırarak öğrencilerin günlük hayat problemlerine çözüm önerileri üretmelerine olanak sağlar. Bu kaynaştırma işlemi *içerik entegrasyonu* (dört disiplinin birden içeriklerinin ilişkilendirilmesi) veya

bağlam entegrasyonu (bir disiplinin merkezde yer alması ve diğer disiplinlerden de faydalanılması) şeklinde ortaya konulabilir (Moore vd., 2014).

STEM alanını oluşturan disiplinlerin birbiriyle ilişkilendirmesi noktasında da yaygın iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Buna göre birincisi, STEM disiplinlerinin birbirinden bağımsız olarak ele alınmasıdır (Geleneksel STEM eğitim yaklaşımı). Bu konudaki ikinci yaklaşım ise, bir konu alanı için iki veya daha fazla STEM disiplininin (Entegre STEM eğitim yaklaşımı) kullanılmasını içerir (Sanders, 2009, s.21). NRC'ye (2012) göre, mühendislik disiplini kritik bir öneme sahip olup, merkeze alınması ve diğer disiplinlerin (fen, matematik ve teknoloji) mühendislik için bir araç olarak kullanılması gerektiği ifade edilmektedir.

Uygulamalar gerçekleştirilirken; amaç ve ihtiyaca göre en az iki disiplinin birbiriyle ilişkili olarak bir araya getirilmesine ve etkinlik planlaması yapılırken öğrencilerin edinmesi beklenen 21. yüzyıl becerileri olarak kabul edilen yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme ve girişimcilik gibi becerilerin planlamaya dahil edilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda öğrencilerin STEM mesleklerine karşı ilgilerini arttırmaya yönelik kısımların bulunması önerilmektedir (Baran, Canbazoglu-Bilici & Mesutoğlu, 2015; Knezek, Christensen & Tyler-Wood, 2011).

Alan yazında STEM eğitiminin gerçekleştirilmesi için çeşitli model önerileri ortaya atılmıştır. Bu modellerden biri, STEM disiplinlerinin tamamının vurgulandığı entegre programlardır. Ancak, mevcut eğitim sistemi ve eğitim sistemini oluşturan tüm bileşenler (okul, öğretmen, müfredat, ölçme değerlendirme yaklaşımları, öğretmen yetiştirme programları vb.) dikkate alındığında uygulanabilirliği ile ilgili bazı engeller söz konusudur (NAE, 2010). Bu engellerden biri, mevcut öğretim programlarında fen ve matematiğin kesin çizgilerle birbirinden ayrılmış olarak ifade edilmesidir (Ercan, 2014). Öğrencilerin STEM eğitimine katılma konusunda yeterince motive edilmemesi, eğitimlerdeki yetersizlikler ve STEM eğitimi ile ilgili planlama ve programlardaki aksaklıklar diğer engel durumlarından bazılarıdır (NAE, 2010).

Önerilen modellerden bir diğeri ise; bir disiplinin merkezde yer alınması koşuluyla bu disiplinin yanına en az bir disiplinin dâhil edilmesi yaklaşımıdır (Dugger, 2010). Örneğin, orta öğretim programında yer alan fen ve matematik derslerinden birini merkeze almak koşuluyla diğer disiplinlerin içeriğe entegre edilmesidir. Bu yaklaşım

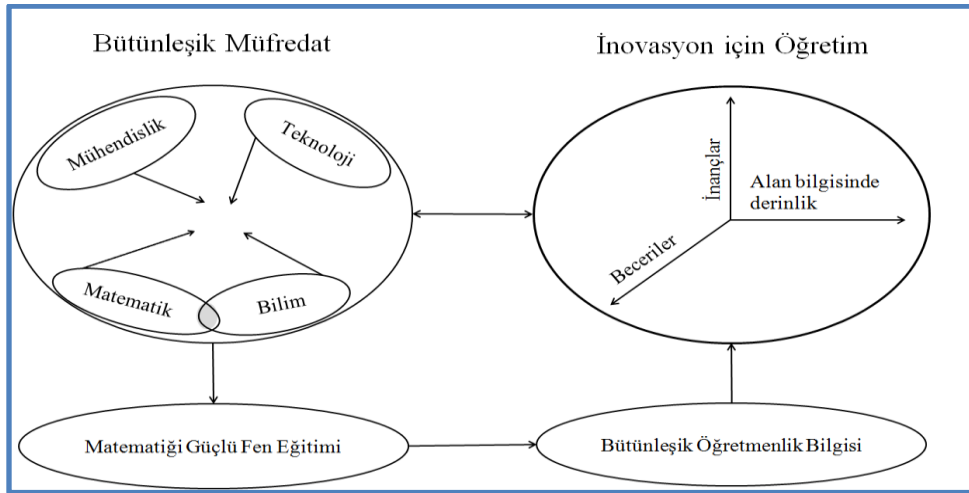
STEM eğitiminin sınıflarda uygulanması için en uygun yol olarak ifade edilmektedir (Bybee, 2010). NRC (2012) tarafından yayınlanan “K-12 için Fen Eğitimi Çerçevesi: Uygulamalar, Kesişen Kavramlar ve Temel Konular” adlı raporda bu modeli ve bu model doğrultusunda yapılan uygulamaları destekler niteliktedir.

Bağlam entegrasyonu veya içerik entegrasyonu ile farklı disiplinler birbiri ile ilişkilendirilmektedir. Bu ifadelerden farklı olarak, STEM eğitimi özetle, farklı disiplinlerin (fen ve matematik gibi) birbirinden kesin sınırlarla ayrılmasından ziyade, çok disiplinli (birleştirilmiş) eğitim anlayışını ifade etmektedir (Riechert & Post, 2010).

STEM eğitim uygulamaları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde disiplinlerin bütünlük olarak öğretilmesinin daha etkili bir yol olduğu vurgulanmaktadır (Erduran, 2013, Gencer, 2015). Bu yolla öğrencilerin iletişim becerileri yüksek, yaratıcı, günlük yaşam ile ders içeriklerini ilişkilendirebilen ve problem çözme becerilerine sahip bireyler olarak yetişebileceği vurgulanmaktadır (Guzey, Thank, Wang, Roehrig & Moore, 2014).

Mevcut eğitim kurumlarında fen ve matematik dersleri birbirinden kopuk olarak işlenmekte ve ayrıca mühendislik alanı ile uygulamalarına yer veren herhangi bir ders bulunmamaktadır. Günümüz şartları ve gereklilikleri dikkate alındığında bu durum bir tür eksiklik oluşturmaktadır. Bu eksikliğin giderilebilmesi için STEM eğitiminin temelini oluşturan çoklu ve disiplinler arası bakış açısı öğrencilere kazandırılmalıdır (Yenilmez & Balbağ, 2016).

STEM eğitim modelinde merkeze fen veya matematiğin alınması durumunda matematiği güçlü fen eğitimi veya tam tersi uygulamalar ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki modelde STEM eğitiminde ortaya çıkacak etkileşimlerden bahsedilmektedir. Bu etkileşimler sonucunda ortaya çıkarılmak istenen durum Matematiği Güçlü Fen Eğitimi (mathematically rigorous science education) olarak ifade edilebilir (Corlu, Capraro & Capraro, 2014).



Şekil 2. Örnek STEM eğitim modeli. (Corlu, Capraro & Capraro, 2014)

2.7. STEM Eğitiminde 5E Öğrenme Döngüsü

Yapılandırmacı kurama göre, öğrencilerin kavramları zihinlerinde doğru yapılandırmalarını sağlamak için çeşitli öğrenme modelleri kullanılmaktadır. Yapılandırmacı kuramı esas alan öğrenme modellerinden birisi de “5E öğrenme döngüsü” modelidir (Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook & Landes, 2006).

Bybee, (1997) tarafından geliştirilen 5E öğrenme döngüsü modeli (Learning Cycle Model), beş basamaktan oluşmaktadır (Bybee, 1997). Bu basamaklardan ilki “Giriş” (Enter/Engage) basamağıdır. Bu basamak derse ilginin çekildiği basamaktır. Öğretmen öğrencinin derse ilgisini çekmek için, çeşitli sorular, video veya görseller kullanabilir. Bu basamak ayrıca, öğrencilerin ön bilgilerinin ve varsa hatalı kavramalarının ortaya çıkarıldığı basamaktır.

5E öğrenme döngüsü modelinin ikinci basamağı “Keşfetme” (Explore) basamağıdır. Bu basamakta öğrenciler, çeşitli etkinlikler ve deneyler yoluyla keşfeder, tahminler yapar. Öğretmenin rehberliğinde hipotezler kurar ve sorunların çözümüyle ilişkili çözüm önerileri üretir. Öğrencinin en aktif olduğu basamaktır (Eisenkraft, 2003).

“Açıklama” (Explain) 5E öğrenme döngüsü modelinin üçüncü basamağıdır. Bu basamakta, öğretilmek istenen konu ile ilgili kavramların öğrenciler tarafından sınıf içi tartışma ortamı oluşturularak tanımlanması ve açıklanması beklenir. Süreç içinde

öğretmen, öğrencilere yönlendirici sorular yönelterek onların daha derin açıklamalar yapmalarına olanak sağlar (Bybee, 1997).

5E öğrenme döngüsü modelinin dördüncü basamağı “Derinleştirme” (Elaborate) basamağı olup öğrencilerin mevcut öğrenmelerini bu basamakta farklı alanlarda kullanmaları sağlanır. Bu aşamada, öğrenciler mevcut bilgileri yeni olaylara ve problemlere uygulayarak, bilginin transferini gerçekleştirmiş olurlar. Dolayısıyla, öğrencilerin bu basamakta yeni kavramları öğrenmeleri de sağlanmış olur (King, 2005).

Son olarak, 5E öğrenme döngüsü modelinin beşinci basamağı olan “Değerlendirme” (Evaluate) basamağında sürecin ve öğrencinin değerlendirilmesi sağlanır. Bu basamakta öğretmen çoktan seçmeli testler gibi klasik değerlendirme yöntemleri kullanabileceği gibi, akran değerlendirmesi veya öz değerlendirme gibi farklı değerlendirme yöntemleri de kullanılabilir (Bybee, 1997)

5E öğrenme döngüsü modeli, kavram öğretiminde ve kavram yanlışlarının giderilmesinde sıklıkla kullanılan bir araçtır. 5E öğrenme döngüsünün öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayarak, başarılarına olumlu yönde katkı sağladığı yönünde tespitler bulunmaktadır (Campbell, 2006; Çardak, Dikmenli & Sarıtaş, 2008; İpek Akbulut, Şahin & Çepni, 2012; Nelson & Nelson, 2006).

Hem öğretmenin hem de öğrencinin aktif olduğu öğrenci merkezli bir öğrenme modeli olan 5E öğrenme döngüsü modeli, özellikle fen derslerinde ve kimya derslerinde sıklıkla tercih edilen kullanışlı bir öğrenme modelidir (Campbell, 2006; Cavallo, McNeely & Marek, 2003; Ergin, 2006). 5E öğrenme döngüsü modeli, hem aşamaları hem de genel yapısı açısından uygunluğu sebebiyle fen öğretiminde sıklıkla tercih edilmektedir. Yenilikçi öğretim yaklaşımlarından olan STEM eğitimi yaklaşımında da yaygın olarak; projeye dayalı öğrenme modeli (Laboy-Rush, 2011; Lantz, 2009; Siew, Amir & Chong, 2015) veya 5E (Yıldırım & Altun, 2015) öğrenme döngüsü modeli kullanıldığı tespit edilmiştir. STEM’in derslere entegre edilmesinde proje tabanlı öğrenme stratejisinin kullanıldığı çok sayıda çalışma bulunurken (örneğin, Han, Capraro & Capraro, 2015; Lou, Liu, Shih & Tseng, 2011), 5E öğrenme döngüsü modeli kullanılan çalışmaların az sayıda olması dikkat çekicidir (Dass, 2015; Yıldırım & Altun, 2015). 5E öğrenme döngüsü modeline yönelik fen alanında yapılan

çalışmalar incelendiğinde alan yazında çok sayıda çalışma olduğu tespit edilmiştir (Ergin, 2006; Küçük & Çalık, 2015). Buna karşın STEM eğitiminde 5E öğrenme modeli esas alınarak dizayn edilen fen alanında sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır (Ceylan & Özdilek, 2014; Dass, 2015; Sanjaya, 2018; Yıldırım & Altun, 2015). Bu çalışmalardan Ceylan ve Özdilek (2014) çalışmalarında, asitler ve bazlar ünitesi için 5E öğrenme döngüsü modeline uygun olarak bir örnek ders planı ortaya koymuşlardır. 5E öğrenme döngüsünün değerlendirme basamağı dışında kalan basamaklarda STEM'in içerdiği farklı disiplinler dikkate alınarak süreç tasarlanmıştır. Bu çalışmada da her hafta ders planları 5E öğrenme döngüsü basamaklarına göre düzenlenmiştir. Her bir basamak ile ilgili olarak belirlenen etkinlikler yoluyla STEM'in içerdiği farklı disiplinlerden bir veya birkaçı vurgulanmıştır. Örneğin altıncı hafta giriş etkinliği olarak görsellerden periyodik tablo ile ilgili tahminler yapmaları istenmiş ve bir grup tartışma ortamı oluşturulmuştur (STEM'in fen boyutu). Keşfetme basamağında, öğrencilerden elementlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini vurgulayan resimlerden oluşturulan etkinlik gerçekleştirilerek eşleştirme yapmaları beklenmiştir. Elementlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri fen kazanımlarına hizmet etmiştir (STEM'in fen boyutu). Açıklama basamağında öğrencilere hazırlanan Döbereiner, Newlands ve Mendeleev'in hayatları ve çalışmalarını içeren çalışma kağıtları verilmiş ve öğrencilerin çalışma kağıtlarında yer alan boşlukları kendi düşüncelerine göre doldurmaları istenmiştir (STEM'in fen boyutu). Ders planlamasına göre 5E'nin derinleştirme aşamasında "4D element" uygulaması ile teknolojinin derste kullanımı sağlanmıştır (STEM'in teknoloji boyutu). Son olarak değerlendirme basamağında, öğrencilerden proje çalışması olarak, farklı materyaller kullanarak periyodik sistem tasarımları istenmiştir. Bu yolla öğrencilerin mühendislik becerileri ve aynı zamanda fen ve matematik kazanımlarını edinmeleri hedeflenmiştir.

2.8. STEM'in Eğitime Yansımaları ve Önemi

STEM eğitimi ve eğitim alanındaki uygulamaları ile ilgili Morrison'ın (2006) çalışmasında, STEM eğitimi ile öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştiği, öz güvenlerinin arttığı, onlara teknoloji okuryazarlığı sağlandığı, tasarımlar oluşturabildikleri ve bir mühendis gibi problemlere çözümler üretebildikleri kaydedilmiştir.

Yıldırım ve Altun'un (2015) çalışmasında ise, STEM eğitiminin öğrencilere eleştirel düşünebilme, yaratıcılıklarını geliştirebilme, multi disiplinler bakış açısı kazanabilme, eğlenerek öğrenebilme, üst düzey düşünebilme gibi fırsatlar sunduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, öğrenciler STEM eğitiminin mevcut öğretim programlarına entegrasyonu ile dünyadaki sorunlar ve değişik disiplinlerin arasında ilişkiler kurarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmektedirler (Akbaba, 2017). Buna ek olarak ilgili alan yazında STEM eğitim uygulamalarının, öğrencilerin özellikle fen derslerine karşı ilgi ve motivasyonları arttıracak yönde etki ettiği ifade edilmektedir (Yamak, Bulut & Dündar, 2014).

Yine ilgili alan yazın incelendiğinde STEM eğitimin öğrencilerin akademik başarılarında artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar sonunda öğrencilerin fen ve matematik derslerindeki performanslarının geleneksel sınıflarda eğitim gören öğrencilere oranla daha fazla artış gösterdiği ortaya konmuştur (Han, 2013; Han, Capraro & Capraro, 2015).

STEM eğitiminin, gerçek hayat problemleri karşısında bir bilim insanı veya bir mühendis gibi hareket edebilen, mevcut bilgilerin üstüne yenilerini ekleyebilen ve ezbercilikten uzak bireylere duyulan ihtiyacı karşılayacağı öngörülmektedir (Rockland, Bloom, Carpinelli, Burr-Alexander, Hirsch & Kimmel, 2010).

Ayrıca, STEM alanında yeterliliğe sahip bireylerin yetiştirilmesi günümüzdeki ekonomik ve teknolojik rekabet açısından da önemli bir yer teşkil etmektedir. Bybee (2010) STEM eğitimleri ile öğrencilerin STEM içerik bilgisini kazanarak güncel yaşam problemlerine çözüm yolları geliştirmelerini belirtmektedir. Ayrıca, STEM eğitimi ile öğrencilerin sosyal ve kültürel çevreleri ile ilgili farkındalığa ulaşacakları ve yenilikçi bir yaklaşıma sahip olacakları vurgulanmaktadır (Bybee, 2010).

STEM eğitimi ilgili bir başka boyut ise mesleki yönlendirme boyutudur. STEM eğitimi yoluyla öğrencilerin STEM mesleklerine ilişkin kariyer planlamaları yapabilecekleri öngörülmektedir. Öğrencilerin STEM alanlarına yönelik bilgileri arttıkça öğrenciler bu alanlara yönelik ilgi ve motivasyonları da artacaktır. Bu durumda öğrencilerin meslek tercihleri açısından önemli bir durumdur (Becker & Park, 2011; Thomasian 2011).

2.8.1. STEM Eğitiminin Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılmasındaki Sınırlılıklar

İnovasyon becerileri yüksek bireylerin yetişmesini olanak sağlamak ve disiplinler arası çalışmayı etkin kılmak STEM eğitiminin temel amaçları arasında yer almaktadır. Tüm bu amaçların gerçekleşebilmesi için öncelikli olarak okullar arası farklılıkların azaltılması, öğretmen eğitimindeki (hizmet içi ve öncesi) sorunların giderilmesi, var olan müfredatın ve uygulanan sınav sisteminin düzenlenmesi gibi problemlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir (Corlu, Capraro & Capraro, 2014; Öztelli, Corlu, Çorlu & Capraro, 2014).

STEM bütüncül bir bakış açısına sahip olduğundan, STEM'i oluşturan disiplinler birbiriyle sürekli kesişmektedir. Bütünleşik bakış açısı sayesinde, öğrenciler eski bilgilerini yeni bir durumu açıklamakta veya farklı bir probleme çözüm üretmekte kullanabilirler. Bu sayede öğrencilerin öğrendikleri onlar için daha anlamlı ve dolayısıyla daha kalıcı olur (Wang, 2012). Ancak, öğrencilerin STEM eğitimi yoluyla anlamlı öğrenmelerinin gerçekleşebilmesi için, öğrencilerin STEM eğitimi ile ilgili olumsuz tutumlarının ortadan kaldırılması gerekmektedir. Aslında tek problem bazı öğrencilerin STEM uygulamalarına karşı olumsuz tutuma sahip olmaları değildir. Aynı zamanda öğrencilerin, STEM meslekleri ile ilgili de düşük başarı ve ilgisizlik durumları ifade edilmektedir. Bu yüzden öğrencilerin olumlu tutum edinmelerini sağlayacak, onların STEM mesleklerine karşı ilgi ve başarılarını arttıracak etkili bir çözüm planına ihtiyaç vardır (Eroğlu & Bektaş, 2016; Wang, 2012).

Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliğine üye ülkelerde üniversite-şirketler-STK desteği ile genç nesilleri STEM alanlarına yönlendirme ve nitelikli öğretmen eğitimi üzerinde önemle durmaktadırlar. Türkiye'de ise TÜBA, TÜBİTAK ve MEB gibi kurum ve kuruluşlar Avrupa Birliğine uyum sürecinde makro seviyede çalışmalar yapmakla birlikte, fakat mikro seviyede yani sınıf ve konu etkinlikleri düzeyinde önemli bir gelişme kaydedilememektedir. İlerleme kaydedilememesinin belki de en önemli sebebi Türkiye'de mevcut bulunan müfredatın günlük hayatla doğrudan ilişkilendirilememesidir (Anagün, Ağır & Kaynaş, 2010; Demircioğlu, 2003). Bu ilişkiyi kurabilmek için, Dewey'in "Okulu hayata bağlarsak, tüm dersler birbirleriyle ilişkili olur" sözünde yola çıkılarak; uygulamada, müfredatta büyük değişikliklerin yapılması, alan bilgisinin arka plana atılması, uygulayıcıların direncinin hesaba katılması gereklidir (Corlu, 2012).

Öğretim programlarına STEM'i entegre ederken, STEM'i oluşturan disiplinleri birbiri ile doğru ilişkilendirmek ve disiplinler arası bir yapı ortaya çıkarmaya dikkat edilmelidir (Ramaley, 2007). STEM eğitimi ile ilgili olarak, öğrencilere farklı açılardan olumlu etkisi yukarıdaki kısımlarda vurgulanmıştır (anlamli öğrenme, ilgi, motivasyon vd.). Bahsedilen etkiler, STEM eğitiminin öğretim programlarına entegre edilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Buna ek olarak, teknoloji ve mühendislik ile ilgili argümanların öğretim programlarına eklenmesi, ders içeriklerini zenginleştirip, öğrenciler açısından daha ilgi çekici olmasını sağlayacaktır (Schaefer, Sullivan & Yowell, 2003). Diğer taraftan öğrenciler disiplinler arası bir bakış açısı kazanarak, farklı disiplinler hakkında da bilgi edinme fırsatı elde etmiş olacaklardır. Örneğin, bir fen dersi için matematik alan bilgisini işin içine dâhil etmeleri öğrencilerin matematik alanında da gelişim göstermelerine sebep olacaktır (Niess, 2005). Amerika'da birçok eyalette (Minnesota, Texas vd.) fen öğretim programlarında, fen dersleri mühendislik alanı ile ilişkilendirilecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu sayede öğrencilerin, fen derslerinde gerçek yaşam problemleriyle karşı karşıya getirilmeleri sağlanmış ve öğrencilerin bu yolla problem çözme, analiz etme, yorumlama ve mevcut durumu günlük hayata transfer edebilme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (Wang, 2012).

Yukarıda bahsedildiği üzere öğretim programlarına yenilikçi bir eğitim stratejisi olan STEM'in entegre edilmesi önemlidir. Bu öneme rağmen, STEM'in öğretim programlarına entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Dugger, 2011; Williams, 2011).

Peters-Burton 2014 yılında gerçekleştirdikleri "*Liselerde Kapsayıcı STEM Eğitim Dizaynı: 10 Kritik Bileşen*" isimli çalışmalarında liselerde kapsayıcı bir STEM eğitimi için gerekli olan unsurları ortaya koymuşlardır. Buna göre; öğretim programlarına STEM'in entegrasyonu, öğretim stratejilerinin yenileştirilmesi, inovatif teknoloji kullanımının derslere entegre edilmesi, okul yönetici ve öğretmenlerinin eğitilmesi ve sürece inandırılması bahsedilen kritik bileşenlerden birkaçını oluşturmaktadır.

STEM eğitim yaklaşımının, derslere entegrasyonunda, bu alanda gerekli donanıma sahip şüphesiz öğretmenler büyük önem taşımaktadır fakat ilgili alan yazında öğretmenlerin uygulama sürecinde karşılaştıkları bazı sorunlar rapor edilmektedir

(Wang, 2012). Şüphesiz, öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili yaşadıkları sorunların ortaya çıkarılabilmesi için, onların konu ile ilgili düşüncelerinin alınması gerekmektedir. Çünkü öğretmenlerin kafalarındaki yanlış ve eksik inanışlar ortaya çıkarılmazsa, ihtiyaca uygun programlar ve öğretmen eğitimlerinin tasarlanması mümkün değildir. Alan yazında öğretmenlerin STEM eğitimi konusundaki algılarının ortaya çıkarılmaya çalışıldığı çalışmalar mevcuttur (Eroğlu & Bektaş, 2016, Wang, 2012). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin, kendi alanları dışındaki alanlara hakim olmakta zorlandıkları, teknoloji kullanımı ile ilgili problemler yaşadıkları, yenilikçi ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarından haberdar olmadıkları yada derslerinde kullanmakta zorlandıkları, uygulama örneklerine ulaşamadıklarını ifade ettikleri görülmektedir (Eroğlu & Bektaş, 2016). Bu sebeple, STEM eğitim yaklaşımının derslere entegrasyonunda öğretim programları yenileştirilirken öğretmenlerin yaşadıkları problemler dikkate alınmalı ve programlar gerekli önlemleri de içermelidir.

STEM uygulamalarının yaygınlaştırılmasında bir diğer önemli ayağı öğrenme ortamları oluşturmaktır. STEM uygulamaları için uygun öğrenme ortamları (okul içi veya okul dışı ortamlar) tasarlanırken “Mentörlük”, “disiplinlerarasılık” ve “otantiklik” gibi boyutlar dikkate alınmalıdır. Bilim adamlarının çalışma ortamları incelendiğinde bu üç etmen orada da karşımıza çıkmaktadır (Ayar & Yalvac, 2016). Dolayısıyla, okulda sınıf veya laboratuvar ortamları düzenlenirken, ortamın öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabileceği basit materyallerle zenginleştirilmesine, teknolojik alt yapı içermesine, farklı disiplinlere ait unsurlar taşınmasına dikkat edilmeli ve ortam içinde öğretmenin rolü yönlendirici olmalıdır.

2.9. Türkiye’de STEM Çalışmaları

Türkiye’de mevcut eğitim sisteminin yenilikçi eğitim yaklaşımlardan yararlanılarak revize edilmesi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ile donatılması ve bu yolla nitelikli iş gücünün oluşturulması amacıyla ortaya konan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Doğrudan STEM eğitimi ile ilişkili olduğu düşünülen çalışmalardan bir kaçı aşağıda sıralanmaktadır.

2.9.1. STEM Eğitimi Türkiye Raporu

Akgündüz vd. tarafından (2015) kaleme alınan raporda “STEM Eğitimi Türkiye için bir ihtiyaç mı?” sorusuna cevap aranmıştır. Soruya cevap olarak da mevcut gelişmelere ayak uydurabilecek, yaratıcı düşünebilen, girişimci ve yenicilikçi bir nesil yetiştirebilmek ve bu sayede küresel ekonomi yarışında yer almak için STEM eğitiminin bir zorunluluk olduğu ifade edilmiştir. Raporda asıl zor olan kısmın STEM eğitimini yaygınlaştırmak ve her öğrenciye sunmak olduğu vurgulanmaktadır. Bunun için öncelikli olarak, öğrencilerin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu, onları düşünmeye sevk eden günlük yaşam problemleriyle karşı karşıya kaldığı, bu problemleri çözerken teknolojiden yararlanabildiği, mühendislik tasarım sürecini işin içine dâhil edebildiği bir eğitim kültürünün oluşturulması, ülke ihtiyaçlarına göre eğitim politikalarının ve programlarının geliştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Ayrıca raporda farklı bulgulara da yer verilmektedir. Bunlardan biri, 2000-2014 yıllarında ÖSYM’nin (öğrenci seçme ve yerleştirme merkezi) gerçekleştirdiği sınavların sonuçları ile ilgilidir. Buna göre, 2000 yılından 2014 yılına kadar, başarılı olarak kabul edilen ve sıralamada önlere yer alan öğrenciler üniversite bölüm tercihlerinde daha çok tıp gibi alanlara yönelmiştir. Başka bir ifadeyle, STEM alanları olarak tarif edilen mühendislik, bilgisayar, fen bilimleri ve matematik bölümlerine yerleşme oranlarında dikkat çekici bir düşüş tespit edilmiştir. Rapora göre, Türkiye’de STEM alanlarına öğrenci yönlendirme ve teşvik etme konusunda acil önlemler alınmasının önemli olduğunun altı çizilmektedir.

Raporda STEM eğitimi disiplinler arası bir yaklaşımı ifade etmektedir (disiplinlerin bütünleşikliği). Ayrıca, sadece okul içindeki süreci değil okul dışını da kapsamakta olup, hem süreç hem de ürün odaklıdır.

Raporda son olarak Türkiye’de STEM eğitimi ile ilgili planlama ve çeşitli öneriler ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu öneriler özetlenerek aşağıda sıralanmıştır.

- ABD’de ki STEM eğitimi ile ilgili oluşturulan sistem (STEM okulları ve bilim ile ilgili destek kurum ve kuruluşlar) Türkiye’nin şartları dikkate alınarak eğitim sistemimize adapte edilmeli, okul ile destek olabilecek kurum ve kuruluşların iletişimi artırılmalıdır.

- Türkiye'deki bilim merkezleri ve müzelerinin sayısı ve etkinliği artırılarak bu oluşumların okullardaki STEM eğitiminin bir parçası olması sağlanmalıdır.
- Üniversitelerin eğitim fakültelerinde öğretmen adayları için STEM eğitimi ile ilgili dersler açılmalı (örneğin mühendisliğe giriş), öğretmen adaylarının ve akademisyenlerin konu ile ilgili proje ve çalışmalar yapmaları teşvik edilmelidir.
- Üstün yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış STEM programları gerçekleştirilmelidir.
- Okul içinde okul öncesinden lisans sonrasına kadar devam eden bir süreci kapsayan ve ayrıca okul dışı planlamalarla desteklenen bir planlama yapılmalıdır.
- Merkezi ve yerel yönetimler tarafından STEM eğitimin tanıtılması, anlaşılmasının sağlanması ve okullarda yaygınlaştırılmasının sağlanması amacıyla gerekli kaynaklar ayrılmalı ve takibi sağlanmalıdır.
- Özel eğitim kurumlarında da destekleyici benzer çalışmaların yapılması teşvik edilmelidir.
- STEM eğitiminin öğretim programlarına entegrasyonu ile ilgili standartlar oluşturulmalıdır.

2.9.2. TÜSİAD, 2014 ve 2016 Raporları

TÜSİAD, 2014 faaliyet raporunda da STEM eğitimi ile ilgili ifadeler yer almıştır. Bu ifadelerde özellikle Türkiye'nin yenilikçi iş gücünün artırılması için STEM alanında eğitim almış işgücüne olan ihtiyacın altı çizilmiştir. Ayrıca STEM eğitimi ve STEM iş gücünün, Türkiye'nin inovasyon kapasitesinin gelişmesi için büyük öneme sahip olduğu ve bu konuda alınması gereken önlemler ile ilgili öneriler hazırlanmıştır.

TÜSİAD'ın Türkiye'nin küresel rekabetçiliği ile ilgili olarak hazırladığı raporda (2016), dijital teknolojilerin (arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, simülasyonlar, animasyonlar vb.) kullanıldığı dördüncü sanayi devriminin gerekliliği ve öneminden bahsedilmektedir. Nitelikli iş gücünün oluşması için özellikle üreticilere, altyapı sağlayıcılara, akademisyenlere ve eğitimcilere büyük görevler düşmektedir.

2.9.3. Onuncu Kalkınma Planı

2013 yılında resmi gazetede yayımlanan 10. kalkınma planının temel noktasını da “Nitelikli İnsan, Güçlü Toplum” başlığı oluşturmaktadır. Onuncu kalkınma planına göre; bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak bilgi üreten ve ürettiği bilgi ile ekonomik fayda ortamı yaratan bireylerin yetiştirilmesinin gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Nitelikli insanlardan oluşturulan güçlü toplum ile Türkiye'nin refah seviyesinin artacağı ve ekonomik bir büyüme ortamının oluşacağı ifade edilmektedir (10. Kalkınma planı, s. 12).

Yine aynı raporda, bilgi temelli büyümenin öneminden bahsedilmektedir. Bu konuda ortaya konulan önerilerden biri, iletişim teknolojilerinin ders müfredatlarına yerleştirilmesidir. Bunlara ek olarak raporda, amaç ve hedefler başlığı altında problem çözme, girişimcilik ve yenilikçilik, teknolojinin etkin kullanımı ve ürün odaklılık gibi 21. yüzyıl becerilerinden bahsedilmektedir. Bu noktada, 10. kalkınma planı ile STEM eğitim yaklaşımının amaçlarının örtüştüğü görülmektedir.

2.10. Alan Yazından Örnek STEM Çalışmaları

Bu bölümde, alan yazında yer alan STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra belli özelliklerine göre (yöntem, çalışma grubu, çalışma alanı vb.) gruplandırılarak paragraflar halinde aşağıda sıralanmıştır.

İlgili alan yazın incelendiğinde, STEM etkinlikleri ve bu etkinliklerin etkilerinin belirlenmeye çalışıldığı çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Kalkan & Eroğlu, 2016; Keçeci, Alan & Kırbağ Zengin, 2017; Mohr-Schroeder vd. 2014; Pekbay, 2017). Bu çalışmalardan biri olan Pekbay'ın (2017) doktora tez çalışmasında; STEM etkinliklerinin katılımcıların STEM alanlarına yönelik ilgileri ve problem çözme becerileri üzerine etkisi ortaya konulmuştur. Çalışmanın örnekleme 7. sınıf seviyesinde 71 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmanın deseni yarı deneysel üzerinden kurgulanmış, deney ve kontrol grubuna iki farklı öğretim yöntemi uygulanmıştır. Deney grubunda bulunan katılımcılara bilim uygulamaları dersinde bir dönem boyunca farklı STEM etkinlikleri uygulanmış ve etkinliklerin uygulanma sürecinde mühendislik tasarım süreci basamakları dikkate alınmıştır. Kontrol grubunda ise bilim uygulamaları dersi kazanımları dikkate alınarak mevcut program uygulanmıştır. Bu

programda yer alan kazanımlara göre föyler oluşturulmuştur. Bu föyler doğrultusunda kontrol grubunda 12 adet etkinlik gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgulardan yola çıkılarak, deney grubundaki ğrencilerin STEM alanları ilgi leği (STEM-Aİ) n test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Buradan yola çıkılarak STEM etkinliklerinin ğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgileri arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan, çalışma sonunda elde edilen nitel ve nicel bulgulardan yola çıkılarak deney grubunda yer alan katılımcıların günlük hayat problemlerini daha etkili olarak zebildikleri tespit edilmiştir. STEM ile ilgili ğrenci görüşleri incelendiğinde başlangıçta öğrencilerin sınırlı ifadeler kullandıkları, etkinlikler sonrasında ise bu ifadelerin geliştiği ve olumlu yönde değiştiği kaydedilmiştir. Yine ğrenci ifadelerinde başlangıçta fen ve matematik alanlarını ayrı ayrı ifade ederken, uygulama sonrasında bu alanları bütün olarak değerlendirdikleri ve STEM'i tanımlarken "yaratıcılık, icat ve yenilik" gibi kavramlardan yararlandıkları tespit edilmiştir.

Yine benzer olarak, Keçeci, Alan ve Kırbağ Zengin (2017) beşinci sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğrencilerle kodlama uygulamaları yapılmıştır. Araştırmacılar tasarladıkları eğlenceli fen etkinlikleri ile uygulamalarda öğrencilerin bir bilim insanı gibi sürece dahil olmalarını sağlamışlardır. Çalışma rehberli araştırma sorgulama yöntemine dayandırılarak tasarlanmıştır. Çalışmada kodlama fen, matematik, teknoloji, mühendislik, girişimcilik ve sanat/tasarım gibi farklı disiplinlerle kullanıldığı için uygulamalar STEM eğitimi uygulamaları olarak adlandırılmıştır. Rehberli araştırma ve sorgulamaya dayalı eğlenceli fen etkinlikleri, kodlama eğitimi ve eğitsel oyun destekli kodlama etkinlikleri ile öğrencilerde disiplinler arası bir bakış sağlamak, soyut bilgilerini somutlaştırmak, bilgilerini günlük hayata transfer etmelerini ve problem zmelerini sağlamak hedeflenmiştir. Çalışma sonuncu elde edilen verilere göre öğrencilerin teknoloji uygulamalarına yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği ve öğrencilerin süreci eğlenceli olarak ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bulgulardan yola çıkarak, teknolojik uygulamaların derslerde kullanılması gerektiği, fen ve matematik alan bilgisini mühendislik ve teknoloji ile birleştiren, üreten, problem zen bireyler yetiştirmek için STEM eğitiminin son derece gerekli olduğu şeklinde çıkarımlar yapılmıştır.

STEM etkinlikleri ile ilgili olarak bir diğerk çalışmada; Baran, Canbazoğlu-Bilici ve Mesutoğlu'nun (2015) "Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Spotu Geliştirme Etkinliği" adlı çalışmasıdır. Bu çalışmada, çalışmaya katılan altıncı sınıf öğrencilerinden STEM spotu geliştirmeleri istenmiştir. TÜBİTAK destekli "Genç Mucitler Geleceği Tasarlıyor: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimleri" projesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilere senaryo verilmiş ve mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak bir video çekmeleri istenmiştir. Daha sonra öğrenciler çektikleri bu videoyu bir video düzenleme programı kullanarak düzenlemişler ve son şeklini vermişlerdir. Çalışmanın örneklemini 40 altıncı sınıf öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma beş gün süreli ve 16 uygulamalı etkinlikten oluşmaktadır. Çalışmada; katılımcıların STEM disiplinlerine yönelik anlayış geliştirmeleri ve kariyer seçimlerinde STEM mesleklerine yönelik ilgi/ farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır. Ayrıca; etkinlikler yoluyla öğrencilerin STEM eğitiminin önemi ile ilgili farkındalık oluşturmaları ve dijital okuryazarlık bilgi ve becerisini kazanmaları hedeflenmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplara göre; fen, mühendislik, teknoloji ve matematik alanlarına yönelik tutum ve bilgilerinin geliştiği ifade edilmiştir. Çalışma sonuçlarından biri de, öğrencilerin spot hazırlarken uygulamalar esnasında STEM içeriğini daha iyi kavradıklarını ifade etmeleri ve öğrendiklerini başka dersler içinde kullanabileceklerini düşünmeleridir.

Öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştirmek amacıyla etkinlikler ortaya koyan Savran Gencer (2015) çalışmasında, "Fırıldak etkinliği" yoluyla öğrencilerin ilk elden bilim ve mühendislik deneyimi edinmelerini hedeflemiştir. Çalışmada 2013 yılında yeniden düzenlenen fen öğretim programında yer alan fen okuryazarı bireyler yetiştirebilmek için, öğrencilerin fen bilimlerine karşı ilgi, olumlu tutum ve gerekli bilgi/ beceriye sahip olmasının gerekli olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacı uluslararası bir kaynaktan Türkçe'ye uyarladığı etkinlik ile bilimsel bir sorgulama süreci ortaya koymaya çalışmıştır. Bilimsel bir soruyla süreci başlatmış, öğrencilerin değişkenleri belirlemelerini ve süreç içinde tekrar tekrar test etmelerini sağlamıştır. Bütün bunlara ek olarak katılımcıların verileri analiz etmeleri ve sunmaları sağlanmıştır. Bu yolla öğrencilerin fen öğretim programında yer alan kazanımları edinecekleri ve fen kariyer alanlarına yönelik farkındalıklarına katkı sağlanabileceği ifade edilmiştir. Etkinlik

ortaokul yedinci sınıf seviyesinde kuvvet ve enerji/ fiziksel olaylar ünitesinde yer alan farklı kazanımları ve becerileri öğrencilerin edinmesi amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca, etkinlikler öğretim programı alt alanlarından olan bilimin doğasıyla da ilişkilendirilerek öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili temel ilkeleri kazanmalarının sağlanabileceği ifade edilmiştir.

STEM eğitiminin derslere entegrasyonu ile ilgili alan yazında sınırlı sayıda çalışma olup (Roehrig, Moore, Wang & Park, 2012; Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012; Yıldırım & Altun, 2015; Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011), bu çalışmaların da büyük bir kısmını uluslararası çalışmalar oluşturmaktadır. STEM eğitiminin derslere entegrasyonu ile ilgili çalışmalardan biri olan Wang, Moore, Roehrig ve Park'ın 2011 yılında STEM kavramları ile ilgili olarak K-12 sınıflarında yapmış oldukları çalışmalarında çoklu durum dizaynı kullanılmışlar ve yorumlamalar yapmışlardır. Bu çalışma öğretmenler için hazırlanan ve yaklaşık olarak bir yıl süren bir mesleki gelişim programıdır. Öğretmenlerin sınıflarına STEM kavramlarını ve alanını nasıl entegre ettiklerini görebilmek için yapılmış derinlemesine bir analiz çalışmasıdır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre araştırmacılar fen konuları içine mühendislik alanını entegre edebilmek için basit dokümanların kullanılmasının uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, STEM entegrasyonunun başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için fen ve matematik öğretmenlerinin ortak ve birlikte çalışmasının önemini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışma sonuçlarına dayanarak çoklu disiplin yaklaşımıyla dizayn edilen sınıf ortamlarının da başarıyı olumlu etkileyebileceği önerisinde bulunmuşlardır.

Türkçe alan yazında yer alan sınırlı çalışmalardan biri de, Altan ve arkadaşlarının (2016) çalışmasıdır. Bu çalışmada, STEM eğitimini fen sınıflarına entegre edebilmek amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada öğretmen adaylarının süreçle ilgili ifadeleri yer almaktadır. Öğretmen adaylarına hizmet öncesi olarak uygulanan çalışmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarına yer verilmiştir. Çalışma nitel araştırma yönteminin desenlerinden durum çalışması desenine göre yapılandırılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiş olup, altı fen bilimleri öğretmen adayından oluşturulmuştur. Çalışma "Fen Öğretim Laboratuvar Uygulamaları I" dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara dersin başında büyük tasarım görevi açıklanmış, fakat sürecin tamamının yapılandırılmasını sağlayan herhangi bir föy

verilmemiştir. Böylelikle katılımcıların birden fazla soruya cevap bulmaları, hedefe ulaşmak için birçok bilgi ve beceri geliştirmeleri sağlanmıştır. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Katılımcılarla çalışma ortasında ve sonunda olmak üzere iki görüşme yapılmıştır. Görüşmede katılımcılar, mühendislik tasarım sürecinin yaparak yaşayarak öğrenme imkânı sunduğundan anlamlı öğrenmeyi sağladığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları, bilimsel bir çalışmada olmanın, gerçek bir yaşam probleminin ortaya konduğu tasarım problemleriyle karşı karşıya gelmenin, süreçte başarıya duygusunu tatmanın ve süreçte bir şeyler üretmenin motive edici olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, sürece aktif olarak katıldıklarını, bu durumda kalıcı öğrenmeyi desteklediğini ve süreci eğlenceli hale getirdiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan, tasarımı gerçekleştirme sürecinde grup üyelerinin olumsuz etkilenmesi gibi grup çalışmaları ile ilgili bazı sıkıntılar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, katılımcılar süreç sonunda olası çözümlerin geliştirilmesi ve prototipin yapılması aşamasında zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Bilim insanlarının bilimin gelişim sürecinde takip ettikleri basamaklardan yararlanılarak öğrencilerin 21. yy. becerilerini edinmeleri sağlanabilir. Koştur (2017), “STEM Eğitiminde Bilim Tarihi Uygulamaları: El-Cezerî Örneği” adlı çalışmasında, bilim tarihinden seçilen bilim insanlarının deneyimlerine benzer etkinlikler tasarlanarak, sınıflarda öğrencilerin uygulaması sağlandığında STEM’in fen derslerine entegrasyonunun kolaylaşabileceğini ifade etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada El-Cezerî’nin (1136-1206) icatları arasından örnekler seçilmiş ve seçilen örneklerin STEM etkinliği olarak kullanılabilirliği, bunun dışındaki benzer örneklerin de fen veya matematik derslerinde kullanılmasının anlamlı öğrenmeye katkı sağlayacağı savunulmuştur. Koştur (2017) ayrıca, bilim tarihinden seçilen bu tür uygulamaların herhangi bir maliyeti olmadığını ve STEM eğitiminin temel ilkelerini destekler nitelikte olduğunu belirtmiştir.

Alan yazında STEM eğitiminin çeşitli bağımlı değişkenlere (akademik başarı, tutum ve mesleki ilgi gibi) etkileri ile ilgili çok sayıda deneysel çalışma bulunmaktadır (Ceylan, 2014; Nugent, Barker, Grandgenett & Adamchuk, 2010; Yenilmez & Balbağ, 2016). Bu çalışmalardan, *akademik başarıya* STEM eğitiminin etkisinin araştırıldığı çalışmaların çokluğu dikkati çekmektedir (Bicer, Navruz, Capraro & Capraro, 2014; Yenilmez & Balbağ, 2016; Yıldırım & Altun, 2015). Buna karşın, akademik başarıya

STEM eğitiminin etkisinin incelendiği çalışmaların büyük bir çoğunluğunun ortaokul öğrencileri veya öğretmen adayları ile gerçekleştirildiği görülmektedir (Ceylan, 2014; Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk & Krysinski, 2008). Örneğin, Ceylan'ın (2014) ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM yaklaşımına dayalı öğretim tasarımı yaptığı çalışmada, ders kapsamında çeşitli ders etkinlikleri ve uygulamalar gerçekleştirilmiş ve STEM yaklaşımına dayalı ders etkinlik ve uygulamalarının çeşitli bağımlı değişkenlere etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonunda, STEM eğitime dayalı uygulamanın, öğrencilerin akademik başarısını arttığı, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Ceylan, 2014).

STEM eğitim uygulamalarının etkililiğinin araştırıldığı bir diğer çalışma ise, Yıldırım ve Altun'un (2015) fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmalarıdır. Bu çalışmada, katılımcılarla fen bilgisi laboratuvar dersinde, çeşitli STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sonunda katılımcılardan toplanan veriler ışığında, uygulamaların katılımcıların başarılarını geliştirmede etkili olduğunu sonucuna ulaşılmıştır (Yıldırım & Altun, 2015).

Ortaokul ve lisans düzeyi dışında farklı sınıf seviyelerinde de akademik başarıya STEM eğitiminin etkisinin araştırıldığı çalışmalar mevcut olup bu çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Bicer, Navruz, Capraro & Capraro, 2014; Lamb, Akmal & Petrie, 2015; Lynch, Behrend, Burton & Means, 2012). Lamb, Akmal ve Petrie (2015) yapmış oldukları çalışmada birleştirilmiş STEM eğitiminin öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve içerik açısından gelişimlerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma okul öncesi, ikinci sınıf ve beşinci sınıf düzeylerinde öğrenim görmekte olan toplam 254 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Üç yıl süren uygulama süreci öncesinde ve sonrasında araştırma verileri fene yönelik öz yeterlik, fene yönelik ilgi, uzamsal görüntüleme, zihinsel döndürme ve fen alan bilgisi ölçekleri ile toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda STEM etkinliklerinin uygulandığı grupların içerik, bilişsel ve duyuşsal olarak anlamlı düzeyde daha başarılı olduğu, STEM programının öğrencilerin fene yönelik öz yeterliklerinin, ilgilerinin ve alan bilgilerinin gelişmesinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Eğitim alanında yapılan araştırmalar eğitimde birçok öğretim stratejisinin birlikte

kullanıldığı bütüncül yaklaşımı kullanmanın öğrencilerin başarılarını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir (örneğin, Özdilek & Özkan, 2009). Bütüncül bir anlayışı benimseyen STEM yaklaşımının elverişli bir öğrenme ortamı oluşturduğu, öğrencilerin fen derslerine karşı olumlu bir tutum geliştirmelerini sağladığı ve akademik başarılarını arttığı alan yazında yer alan birçok çalışmada rapor edilmektedir (Yamak, Bulut & Dünder, 2014). Yamak ve arkadaşları (2014) STEM etkinlikleri yolu ile tasarımlar yapıp bir ürün ortaya çıkaran öğrencilerin fene karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca STEM'e dayalı etkinliklerden oluşan uygulama süreci sonunda, beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini tespit etmişlerdir.

Alan yazında çok sayıda STEM eğitiminin katılımcı tutumlarına etkisinin incelendiği çalışma yer almaktadır. Örneğin, Yıldırım ve Selvi (2015) çalışmalarında, STEM Tutum Ölçeğini Türkçe'ye adapte etmişlerdir. Bu ölçeği 128 katılımcıya uygulamışlardır. Ölçek "Fen, Mühendislik, 21. yüzyıl yetenekleri ve Matematik" olmak üzere dört faktörden ve bu faktörlere farklı sayılarda dağılmış 37 maddeden oluşmaktadır. Verilerin analizi sonucu katılımcıların STEM'e yönelik tutumlarının olumlu olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar ayrıntılı olarak değerlendirildiğinde; 21. yy yetenekleri ve matematik alt boyutuna yönelik katılımcı tutumlarının fen ve mühendislik alt boyutuna yönelik tutumlara göre daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumlarının matematik öğretmen adaylarına göre daha olumlu olduğu ifade edilmektedir.

Alan yazında STEM alanlarına karşı ilginin araştırıldığı çalışmalar da mevcuttur (Karakaya, 2017; Knezek, Christensen & Tyler-Wood, 2011; Munro & Elsom, 2000; Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014). Şahin ve arkadaşlarının 2014 yılında hazırladıkları çalışmada okul dışı kullanıma uygun STEM'e dayalı etkinlikler tasarlamışlardır. Bu etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkisini ortaya çıkarabilmek için katılımcılarla görüşme gerçekleştirilmiş, gözlem ve saha notları kullanılmış, elde edilen veriler yorumlanmıştır. Çalışma sonunda bu tür etkinliklerin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin artmasına yardımcı olabileceği ifade edilmiştir.

Alan yazında yer alan STEM eğitimi ile ilgili farklı çalışmalarda bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmında öğrenci ve öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili farkındalıkları ortaya konmaya çalışılmış ve katılımcıların görüşlerine başvurulmuştur (Akbaba 2017; Tekerek & Karakaya, 2018). Bu çalışmalardan biri, Akbaba'nın (2017) doktora çalışmasıdır. Akbaba (2017) okullarında “STEM Maker Hareketi” uygulamalarına yer veren öğretmenlerin “Maker ve STEM Hareketleri” ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışma grubunu farklı okul seviyelerinde görev yapan yirmi öğretmenden oluşturmuştur. Katılımcılardan 12 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla toplanan veriler içerik analizi yoluyla analiz edilmiştir. Bulgulara bakıldığında, “Maker ve STEM Hareketlerinin” öğretmenlerde heyecan uyandırdığı, öğretmenlerin meslekleri ile ilgili motivasyonlarını arttırdığı şeklinde sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen görüşleri incelendiğinde öğretmenlerin Maker ve STEM ile ilgili çalışmaların öğrencileri günlük hayata hazırlamada çok önemli yararları olduğunu, istedik davranışları kazandırmada etkili olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca çalışmada Maker ve STEM eğitimlerinin öğrencilerin teknolojiye ve teknoloji üretmeye karşı olumlu bakış edinmelerini sağladığı da vurgulanan diğer bir noktadır.

Konu ile ilgili bir diğer çalışmada, Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen'in (2017) çalışmalarıdır. Araştırmacılar bu çalışmada fen ve matematik öğretmenliği alanında lisans eğitimi alan 48 katılımcı ile çalışmışlardır. Özel öğretim yöntemleri dersi kapsamında katılımcılarla STEM modülü (İFEM) üzerinden etkinlikler gerçekleştirilmiştir. İFEM, işbirlikli STEM uygulama örneklerini ve proje çalışmalarını içermektedir. Sunulan projeler ayrı ayrı dinlendikten sonra, katılımcıların diğer grupları değerlendirerek geri bildirimde bulunmaları istenmiştir. Toplam altı hafta süren uygulama sonunda, katılımcılara açık uçlu sorulardan oluşan STEM farkındalığı anketi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, katılımcıların çalışmanın başındaki STEM eğitimi ile ilgili olumsuz düşüncelerinin (ilgi çekme amacıyla kullanılan öğretim) değiştiğinin ve olumsuz ifade kullananların sayısının azaldığı, diğer taraftan, STEM eğitimi ile ilgili “bütünleşik öğretim” ifadesinin kullananların ise sayısının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sonunda katılımcıların, STEM için zaman ve diğer fiziksel olanakların mutlaka sağlanması

yönünde ifadeler kullandıkları buradan da STEM eğitiminin önemi ile ilgili olumlu düşünceler geliştirdikleri şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Diğer taraftan öğrenci görüşlerinin ortaya çıkarılmaya çalışıldığı farklı çalışmalarda literatürde yerini almaktadır (Guzey vd. 2014). Bu çalışmalardan biri olan Guzey ve arkadaşlarının (2014) çalışmasında iki temel amaç bulunmaktadır. Birincisi, öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarını ölçen bir ölçme aracı geliştirmek, ikincisi ise STEM eğitime odaklanan ve geleneksel eğitim verilen okullar arasında fark olup olmadığını araştırmaktır. Araştırma sorusu nicel araştırma desenine uygun olarak "STEM eğitime odaklanan ve geleneksel eğitim verilen okullar arasında fark var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmanın örneklemini STEM alanıyla ilgili iki okul ve geleneksel eğitim veren üç okuldan gönüllülük esasına göre seçilen 4-6. sınıf seviyelerinde öğrenim gören 662 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen ve çalışmada kullanılan ölçek yoluyla elde edilen veriler sonucunda STEM alanıyla ilgili okulların tutumları daha pozitif çıkmıştır.

Uluslararası alan yazında yer alan örneklerden biri Wang ve arkadaşlarının (2011) STEM'in derslere entegrasyonu hakkında öğretmen görüşlerinin alındığı çalışmadır. Bu çalışmanın amacı, öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili inançlarını, algılarının ve sınıf uygulamalarını derinlemesine araştırmak ve daha iyi anlayabilmek olarak belirlenmiştir. Bunun için üç ortaokul öğretmeni ile çoklu durum çalışması yapılmıştır. Çalışmanın katılımcıları STEM entegrasyonunda diğer alan öğretmenlerine sunmak için modül hazırlama konusunda bir yıllık tecrübesi olan öğretmenlerden oluşan bir öğretmen havuzundan amaca uygun olarak seçilmiştir. Çalışmada çalışmanın amacına uygun olarak belirlenen araştırma soruları "Bir yıl süren öğretmen mesleki gelişim eğitimi sonrası öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili inanç ve algıları nelerdir?" ve "STEM entegrasyonu hakkındaki inanç ve algıları ile ve öğretmenlerin sınıf uygulamaları arasındaki bağlantı nedir?" şeklindedir. Çalışmada özellikle öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili sınıf uygulamalarının gözlenmesine odaklanılmış ve ana çerçeve ortaya konmuştur. Veri toplama aracı olarak bu çalışmada mülakat, sınıf gözlemleri ve doküman incelemesi olmak üzere birden fazla veri toplama aracı kullanılmıştır. Verilerin analizi aşamasında ise veriler sürekli karşılaştırmalı yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulardan yola çıkılarak "Problem çözme süreci STEM disiplinlerinin entegrasyonunda anahtar

bir öneme sahiptir”, “Farklı disiplinlerde çalışan öğretmenlerin STEM algısı ve sınıftaki STEM uygulamaları da farklıdır”, “Teknoloji bu durumlara entegre edilmesi en zor disiplindir” ve “Öğretmenler STEM entegrasyonu konusunda daha fazla içerik ve bilgiye sahip olmaları gerektiğinin farkındadırlar” şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Bir diğer çalışma ise, Siew ve arkadaşlarının (2015) uzman ve aday öğretmenlerin proje tabanlı STEM yaklaşımı ile ilgili görüşlerini aldıkları çalışmalarıdır. Çalışma yöntemi karma bir yöntem olarak ifade edilmiştir. Neden bu yolun tercih edildiği ise katılımcıların proje tabanlı STEM yaklaşımına karşı tepkilerini ve algılarını bütün olarak ortaya çıkarabilmek olarak açıklanmıştır. Çalışmada nitel ve nicel çalışmaların doğasına uygun olarak tasarlanmış beş araştırma sorusu bulunmaktadır. Bu sorular;

1. Çalışmanın öğretmenlerin algısının değişmesine katkısı nasıldır?
2. Çalıştay ile öğretmenler ne gibi faydalar elde etmiştir?
3. Öğretmenlerin karşılaştığı zorluklar neler olabilir?
4. Onların sınıflarında karşılaşılabilecekleri problemler neler olabilir ve bu problemlerle baş etmek için öneriler nelerdir?
5. Sınıflarında bu yaklaşımı kullanmaları için öğretmenler nasıl motive edilebilir?

Nitel veriler yaklaşık 20-30 dakika süre görüşme, son testte yer alan açık uçlu soru ve çalıştay sonundaki tartışmalardan elde edilmiştir. Çalışmanın örnekleme 25’i aday ve 21’i de uzman öğretmen olmak üzere 46 fen öğretmeninden oluşmaktadır. Araştırma verilerinden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, özellikle öğretmenler için hazırlanan çalıştay türündeki eğitimlerin öğretmenlerin gelişimine yardımcı olduğu ve onların proje tabanlı STEM yaklaşımını kullanmalarında pozitif bir algı oluşturduğu şeklindedir. Ayrıca öğretmenlerin bu yaklaşımla ilgili olarak öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttıracığına ve fen öğretiminde öğrenciler için ilgi çekici bir yol oluşturacağına inandıkları elde edilen diğer sonuçlardır. Bu çalışmada elde edilen dikkat çekici sonuçlardan biri de, STEM projeleri üreterek hem öğretmenlerde hem de öğrenciler de çevre değerleri konusunda bir farkındalık oluşacağı sonucudur.

Yine alan yazında öğretmenlerle çalışarak onların STEM eğitimi ile ilgili imajlarını ortaya koymaya çalışan çalışmalarda bulunmaktadır. Aslan-Tutak ve Akaygün (2016) matematik ve kimya öğretmen adaylarının STEM imajlarını ortaya çıkarmak için bir çalışma yürütmüşlerdir. Katılımcılarla işbirlikçi STEM öğretimi yolu ile bir STEM

modülü (CLT-STEM) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 38 öğretmen adayı gruplar halinde çalışmışlardır. Katılımcılardan uygulamalar öncesinde ve sonrasında posterler hazırlamaları istenmiştir. Posterler bir bütün olarak STEM kavramı ve STEM eğitiminin amaçları açısından olmak üzere iki farklı açıdan analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarının uygulama sonunda daha ayrıntılı ve STEM'in doğasını daha çok kapsayan poster tasarımları oluşturdukları tespit edilmiştir. Posterlerle ilgili kodlar oluşturulmuş ve kodlar ilişkisiz, ilişkili, ilişkileri tanıyan ve entegre olmak üzere dört seviyeye ayrılmıştır. Çalışmada katılımcıların fen ve matematiğin doğası ile mühendislik ve teknolojinin doğasını birbiriyle ilişkili buldukları tespit edilmiştir. Çalışma sonucu elde edilen bir diğer önemli sonuç ise, katılımcıların STEM'i oluşturan disiplinler ile ilgili kullandıkları semboller ile ilgilidir. Katılımcıların fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ile ilgili kullandıkları sembollerin uygulama sonunda STEM eğitiminin amaçlarına uygun olacak şekilde değiştiği tespit edilmiştir.

İlgili alan yazın incelendiğinde, STEM ile ilgili olarak farklı ölçek çalışmalarının bulunduğu ve özellikle bu çalışmaların uluslararası alan yazından Türkçe'ye adaptasyon olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bu çalışmalardan biri, Yılmaz, Koyunkaya- Yiğit, Güler ve Guzey (2017), ortaokul öğrencilerinin STEM'e karşı tutumlarını belirlemek için Guzey, Harwell ve Moore tarafından (2014) geliştirilen ölçeğin Türkçe'ye adaptasyon çalışmasıdır. Ölçek adaptasyonu ile ilgili geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları sonucu ölçeğe son şekli verilmiştir. Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri sonucunda 24 maddelik ve dört alt boyuttan oluşan "*STEM Tutum Ölçeği*" Türkçe alan yazına kazandırılmıştır.

Türkçe'ye adaptasyon dışında araştırmacılar tarafından geliştirilip alan yazına kazandırılan çalışmalarda bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri Çevik (2017) tarafından liselerde görev yapan fen grubu, bilişim ve matematik öğretmenlerinin STEM farkındalıklarını ortaya koymak için geliştirilen STEM farkındalık ölçeğidir. Çalışmanın örneklemini dört farklı okulda (bir Fen Lisesi, bir Sosyal Bilimler Lisesi, dokuz Anadolu Lisesi ve 12 Meslek ve Teknik Lise) görev yapan farklı branşlardan 247 lise öğretmeni oluşturmaktadır. Başlangıçta 24 maddeden oluşan ölçek geçerlik çalışmaları sonucu 15 maddeye düşürülmüştür. STEM öğretmen farkındalık ölçeği beşli likert tipinde hazırlanmış ve açımlayıcı faktör analizi (AFA) ile üç alt boyuta

ayrılmış, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile de alt boyutlar doğrulanmıştır. Bu alt boyutlar "Öğrenciye Etkisi", "Derse Etkisi" ve "Öğretmene Etkisi" olarak ifade edilmiştir. Alt boyutlarla ilgili geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları ayrı ayrı yapılmış olup, geçerliği ve güvenilirliği yüksek bir ölçek olarak alan yazına kazandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise, yeni çalışmalarla ilgili örnekleme dahil olan öğretmenlerin çalışma alanlarının arttırılabileceği, okul türlerinin zenginleştirilebileceği şeklinde öneriler ortaya konmuştur.

Ölçek geliştirme ile ilgili bir diğer çalışma ise Hacıömeroğlu ve Bulut'un (2016) çalışmasıdır. Hacıömeroğlu ve Bulut bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının STEM öğretimine yönelik düşüncelerini belirlemek ve bu amaç için bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada diğer taraftan, sınıf öğretmeni adaylarının STEM ile ilgili görüşlerinin belirlenmesinin ileriye yönelik öğretmenlik niteliklerini de arttıracakı vurgulanmaktadır. Çalışmanın örnekleme sınıf eğitimi anabilim dalı üçüncü ve dördüncü sınıflarında öğrenim gören 253 sınıf öğretmeni adayından oluşmaktadır. Katılımcılardan toplanan verilerle açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Uluslararası alan yazından araştırmacılar tarafından Türkçe'ye uyarlanan ölçeğin bilgi, değer, tutum, subjektif ölçüt ve algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi olmak üzere beş faktörlü bir yapı oluşturduğu tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre ölçeğin güvenilir olduğunu ve yapı geçerliğine sahip olduğu belirlenmiş ve geçerli ve güvenilir bir araç Türkçe olarak alan yazına kazandırılmıştır.

Buyruk ve Korkmaz'ın (2016) STEM öğretimi yönelim ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması "Matematik ve Fen Bilgisi Öğretmenliği" bölümlerinde üçüncü ve dördüncü sınıflarda okuyan 256 lisans öğrencisinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin yapı geçerliği açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ayırt edicilik indeksi değerleri, geçerliği ve güvenilirliği yüksek STEM Farkındalık Ölçeğini alan yazına eklemişlerdir. STEM Farkındalık Ölçek için önce 30 madde oluşturulmuş daha sonra madde sayısı 17 ye düşürülmüştür. Maddeler 5'li likert olarak düzenlenmiştir. Ölçek olumlu bakış ve olumsuz bakış olmak üzere iki faktörden oluşmaktadır. Çalışmada sonuç olarak STEM eğitiminin önemi dikkate alındığında gelecek nesilleri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının konu ile ilgili farkındalıklarının belirlenmesinin önem arz ettiği vurgulanmaktadır. Ayrıca eğitim sisteminin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde sürecin başarılı olması için

öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili teorik çerçeveyi öğrenmeleri ve alanlarına entegre etmelerinin gerekliliği ifade edilmektedir.

Alan yazın incelendiğinde STEM çalışmaların daha çok fizik, fen bilimleri ve matematik derslerinde STEM'in kullanımı ile ilgili çalışmalar olduğu dikkati çekmektedir (Ercan, 2014; Navruz, Erdogan, Bicer, Capraro & Capraro, 2014). Bu çalışmalardan biri Ercan'ın (2014) doktora tez çalışmasıdır. Ercan (2014) çalışmasında, yedinci sınıf öğrencileri ile kuvvet ve hareket ünitesi için tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları gerçekleştirmiştir. Mühendislik tasarım basamakları dikkate alınarak gerçekleştirilen uygulamalar ile katılımcıların mühendislik disiplinine yönelik görüşleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sonunda katılımcıların akademik başarı, karar verme becerisi ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeyleri gibi değişkenler açısından gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Farklı alan olarak biyoloji alanında yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri Riechert ve Post'un (2010) liselerde biyoloji derslerinde kullanılacak materyalleri ve etkinlik örneklerini ortaya koydukları çalışmadır. Bu çalışma aynı zamanda bir proje olarak hayata geçirilmiştir. "Biology in a Box" adlı projede çevrimiçi araçlar oluşturulmuş ve bir web sitesi oluşturularak içerikler çevrimiçi olarak paylaşılmıştır. Projenin amacı biyoloji içeriklerini teknoloji, mühendislik, matematik ve fizik alanları ile ilişkilendirip zenginleştirerek multidisipliner bir yaklaşım ortaya koymaktır. Mühendislik alanı oldukça geniş bir alanı içine aldığından özellikle mekanik mühendislik öncelikli olarak ele alınmıştır. Proje kapsamında 10 tema belirlenmiş ve bu temalar ile ilgili olarak materyal ve etkinlikler (iskeletten köprüler, aerodinamik ve dağılma vb.) geliştirilmiştir. Etkinlikler biyolojik sistemler ünitesi kazanımları için planlanmış ve özellikle ön bilgisi olmayanların kavramları öğrenmesi öngörülmüştür. Materyaller ve etkinliklerde araştırma- sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi kullanılarak öğrencilerin kendi öğrenmelerinden kendilerinin sorumlu olması hedeflenmiştir. Yukarıda farklı ders ve konu alanları ile ilgili örnekler sunulmuştur. Buna karşın, kimya dersi kapsamında STEM eğitimi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Diğer taraftan farklı konu alanlarında gerçekleştirilen STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların daha çok orta okul öğrencileri veya öğretmen adayları ile

gerçekleştirildiği görülmektedir (Ceylan, 2014; Doppelt vd., 2008; Yamak, Bulut & Dündar, 2014). Orta öğretim düzeyinde de çalışmalara rastlanmakla birlikte, bu çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Bicer, Navruz, Capraro & Capraro, 2014).

Yukarıda bahsedilen STEM eğitimi ile ilgili nitel veya nicel verilerin toplanmasına dayanan çalışmaların dışında, STEM eğitimi ile ilgili kuramsal çalışmalarda bulunmaktadır. Örnek olarak, Moore ve arkadaşlarının (2013) çalışması kuramsal temellere dayanmaktadır. Araştırmacılar bu çalışmada STEM'in eğitime etkisini ortaya koymaktan ziyade, alanda çalışan akademisyen ve uygulayıcı öğretmenler için fen sınıflarında uygulanabilecek farklı örnekler ortaya koymayı amaçlamışlardır. Örnek uygulamalarda, STEM'in disiplinler arası yapısı özellikle de mühendislik alanının derslere entegrasyonu ön plana çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışma sonunda, bu ve benzeri etkinlikler yoluyla öğrencilerin derslere ilgilerinin çekilebileceği öngörüsünde bulunmuşlardır.

2.11. Akademik Başarı

Bu başlık altında sırasıyla, akademi başarı ile ilgili akademik başarı ile ilgili alan yazında yer alan örnek çalışmalar yer almaktadır. Bölüm sonunda ise, akademik başarı ile ilgili STEM eğitimi alanında ortaya konan çalışma örneklerine yer verilmiştir.

İlgili alan yazın incelendiğinde, her sınıf seviyesindeki öğrencilerin farklı alan veya konularla ilgili olarak akademik başarılarının arttırılmaya çalışıldığı çalışmaların çokluğu dikkat çekmektedir (Kahraman, 2010; Önen, 2011; Singh, Granville & Dika, 2002). Başarıyı artırmak için geleneksel öğretim yöntemi ile yeni yaklaşım ve stratejilerin farkı gözler önüne serilir. Gerçekten de ilgili alan yazındaki öğretim yöntemi ile yeni yaklaşım ve stratejilerin karşılaştırıldığı çalışmalar dikkatle incelendiğinde geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflarda öğrencilerin istenilen başarıya ulaşamadıkları görülmektedir.

Yapılan uygulamaların etkililiğini belirlemek için başarı testlerinden yararlanılan çalışmalar alan yazında geniş bir yer tutmaktadır (Ad, Rotbain & Stavy, 2008; Akıllı, 2011; Kahraman, 2010; Kaymak, 2005; Minaslı, 2009; Önen, 2011). Yine "Atom ve

Periyodik Sistem” konusu ile ilgili olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan çok sayıda başarı testi bulunmaktadır (Aksu, 2004; Minaslı, 2009).

Özellikle çalışmamıza da konu olan farklı etkinlikler ile yürütölen fen veya kimya derslerinin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği yapılan çalışmalarda gözler önüne serilmektedir (Canpolat & Tağ, 2014; Ceylan, 2014; Kaymak, 2005; Tağ, 2012; Türkhan, 2013). Bu çalışmalardan biri olan Canpolat ve Tağ’ın (2014) çalışmalarında bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle ve klasik anlatım yöntemiyle eğitim gören öğrencilerin, çalışmanın başlangıcında fen başarılarında anlamlı bir fark olmamasına karşın çalışmanın sonucunda aralarında anlamlı fark oluştuğu ortaya çıkmıştır.

Aksu’nun (2004) hazırladığı bir başka çalışmada bilgisayar destekli öğretimin kimya dersi periyodik sistem konusu öğretiminde başarıyı arttırıcı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, bilgisayar programı kullanılarak oluşturulan materyal deney grubundaki öğrencilere verilmiştir. Çalışma sonunda deney grubu lehine akademik başarı açısından bir fark ortaya çıktığı tespit edilmiş ve bu durum kullanılan yenilikçi öğretim yaklaşımının etkisi olarak kabul edilmiştir.

Minaslı (2009) atomun yapısı ile ilgili konuların öğretiminde simölasyon ve modelleme tekniğini kullanmıştır. Gerçekleştirdiği uygulamanın başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisinin olup olmadığını araştırdığı çalışmasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit etmiştir.

Yukarıda bahsedilen ulusal alan yazın örneklerine benzer olarak, uluslararası alan yazında da akademik başarının katılımcılar üzerine olumlu etkileri ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Cole & Espinoza, 2008; Ostler, 2012; Van Soom & Donche 2014). Cole ve Espinoza (2008) STEM alanlarındaki Latin öğrencilerin akademik başarılarını belirlemek ve akademik başarılarına etki eden faktörleri ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada 146 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, STEM ile ilgili alanlarda kızların erkeklere göre daha iyi bir akademik performans ortaya koydukları ve akademik başarısı daha yüksek olanların STEM alanlarını daha çok tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Van Soom ve Donche 2014 yılında üniversite düzeyinde STEM programlarında lisans eğitimi alan birinci sınıf katılımcılarla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, akademik motivasyon ile akademik başarı arasındaki ilişki bulmuşlardır. Buna göre önceki eğitim yıllarında akademik başarıları düşük olsa bile, akran desteği veya başka yollarla akademik motivasyona sahip olan kişilerin akademik başarılarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, STEM alanları için akademik motivasyonun akademik başarı için gerekli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

STEM eğitiminin uzun vadeli bir başarı için önemli olduğunu ifade eden Ostler (2012), her eğitim seviyesinde başarı için öğrencinin merkezde olması gerektiğini, öğrenciye doğru hizmet götürüldüğünde öğrencinin de doğru akademik tercihler yapabileceğini belirtmiştir. Bu noktada STEM alanında yetişmiş öğretmenlere ihtiyaç olduğunu ve bu öğretmenlerin bilim insanlarından farklı olarak yetiştirilmesi gerektiğinin altını çizmiştir. Ayrıca, mühendislerinde işin içine dahil olduğu bir STEM programına (K-16) ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır.

Becker ve Park (2011) STEM eğitimi ile akademik başarı arasındaki ilişkiyi gözler önüne sermek için bir meta analiz çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma için STEM alanı içine giren farklı arama motorlarından elde ettiği yirmi sekiz makaleyi incelemiş ve elde ettiği bulguları yorumlamışlardır. Buna göre, bütünleştirici bir yaklaşım olan STEM eğitim yaklaşımının öğrencilerin öğrenmesi üzerine olumlu bir etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, başarı farklı açılardan incelendiğinde STEM eğitiminin en az üniversite düzeyinde etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir. STEM eğitiminin temelini oluşturan disiplinler arasındaki durum incelendiğinde en fazla etkiye matematik disiplinin sahip olduğu, matematiği de bilim ve teknolojinin takip ettiği görülmüştür. Son olarak da, STEM eğitimi zengin bir öğrenme ortamı sunduğu için öğrenciler tarafından olumlu karşılandığı ve bu durumda akademik başarılarına yansıdığı ve derse karşı ilgilerini yükselttiği sonucunun altı çizilmiştir.

Geçmiş tarihlerden günümüze kadar yapılan yukarıda da bahsedilen çalışmalara bakıldığında özellikle Türkiye’de STEM ve STEM temelli ders etkinlikleri ile bu etkinliklerin etkililiği üzerine yapılan çalışmalar dikkati ekmektedir. Bu dikkat çekici örneklerden biri Ceylan’ın 2014 yılında hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasıdır. Bu

çalışmada Ceylan ortaokul sekizinci sınıf fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM yaklaşımını temel alan bir öğretim tasarımı hazırlamıştır. Araştırmada, “Ön test-Son test Kontrol Gruplu Yarı Deneysel Model” kullanılmıştır. Araştırma 2013-2014 eğitim-öğretim döneminde sekizinci sınıfta okuyan 56 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışmanın başlangıcında öğrencilere “Hazır Bulunuşluk Testi”, “Fen Bilgisi Tutum Ölçeği” ve “Asitler ve Bazlar Konusu Ön Bilgi Testi” ön test olarak uygulanmış, bu yolla deney ve kontrol gruplarının eşdeğerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarına çalışma öncesinde “Bilimsel Yaratıcılık Testi” ve “Problem Çözme Envanteri” ön test olarak uygulanmıştır. Hazırlanan etkinlikler ile dizayn edilen ünite sonunda deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilere “Asitler ve Bazlar Konusu Açık Uçlu Başarı Testi”, “Asitler ve Bazlar Konusu Çoktan Seçmeli Başarı Testi”, “Bilimsel Yaratıcılık Testi”, “Problem Çözme Envanteri” ve sadece deney grubunda bulunan öğrencilere “STEM Eğitimi ile İlgili Öğrenci Görüşü Anketi” son test olarak uygulanmıştır. Deney grubuna araştırmacı tarafından hazırlanan STEM yaklaşımın dayalı öğretim uygulamaları, kontrol grubuna ise fen bilimleri öğretim programına dayalı uygulamalar yapılmıştır. Uygulama sonucunda deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarıları, yaratıcılık ve problem çözme becerileri açısından daha başarılı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin STEM eğitimi temelinde hazırlanan öğretim yaklaşımı ve etkinlikleri ile ilgili görüşlerinin olumlu yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Selvi'nin (2017) çalışmalarında da, STEM uygulamalarının farklı değişkenlere etkisine bakılmıştır. Çalışmanın örneklemini bir ortaokulda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Çalışma, iki deney bir kontrol grubu olmak üzere üç gruptan oluşan yarı deneysel bir çalışmadır. Çalışma sonucunda STEM temelli uygulamaların öğrencilerin akademik başarı, fene yönelik motivasyon ve bilgilerinin kalıcılığı üzerine deney grubu lehine anlamlı bir fark yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Benzer çalışmalardan biri de olan Çevik'in (2018) çalışmasıdır. Çevik çalışmasında proje tabanlı STEM eğitiminin, çeşitli bağımlı değişkenlere etkisini araştırmıştır. Deneysel bir çalışma yürütmüş olup, 11. sınıf seviyesinde 18 meslek lisesi öğrencisiyle çalışmıştır. Çalışmada, veri toplama aracı olarak başarı testi ve mesleki ilgi testi

kullanmıştır. Çalışma sonuçlarına bakıldığında derslerde kullanılan proje tabanlı STEM eğitiminin deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarılarını ve mesleki ilgililerini anlamlı olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarında yola çıkarak Çevik (2018) liselerde STEM eğitimi odaklı bir öğretim programına acil ihtiyaç bulunduğunun altını çizerek, ancak bu yolla 21. yy. becerilerine sahip nitelikli iş gücüne ulaşılabileceğini ifade etmiştir.

2.12. Bilimsel Yaratıcılık

Bu başlık altında öncelikle bilimsel yaratıcılık ile ilgili teorik bilgilere değinilmiştir. Sonra sırasıyla, bilimsel yaratıcılığın kimya öğretimindeki yeri ve önemi, bilimsel yaratıcılık ile ilgili geliştirilen veri toplama araçları, bilimsel yaratıcılık ile ilgili alan yazında yer alan örnek çalışmalar ve bilimsel yaratıcılık ile ilgili STEM eğitimi alanında ortaya konan çalışma örneklerine yer verilmiştir.

Yaratıcı düşünme bir problemin çözümüyle ilgili olarak farklı açılardan bakabilmeyi ve özgün çözüm yolları ortaya koyabilmeyi içerir. Özgünlük (orijinallik) yaratıcı düşünebilme özelliğine sahip bireyin en önemli özelliklerinden biri olarak kabul edilmekte ve bu davranış farklılıklarının çeşitli değişkenlere (genetik, sosyo kültürel çevre vd.) bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir (Kırıçoğlu, 2002).

Yaratıcılık özellikle motivasyon ve bireysel özelliklere bağlı olarak değerlendirilebilir. Bireysel özellikler; yetenek, ilgi, tutum ve özgüven, pozitif düşünce gibi yaratılıştan getirilen bir takım özellikler olarak ifade edilmektedir (Bakaç & Özen, 2016).

Yaratıcılığın geliştirilmesi için öncelikli olarak öğrencilere nasıl düşünmeleri gerektiği öğretilmelidir. Düşünmeyi öğretmek, öğrenme süreciyle ilgili var olan kavramsal yapıda değişiklik yapmayı içerir. Daha sonrasında da öğretim programlarında yaratıcı düşünceyi destekleyici gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Bu düzenlemeler özellikle program içerikleri ve bu içeriklerin öğretimi sırasında kullanılan yöntemlerle ilgili olmalıdır. Burada dikkat edilecek en önemli nokta programın gerçek hayatla ilişkili olması ve öğrenci için gerçeği doğrudan yansıtır olmasıdır. Bir diğer nokta ise kullanılan değerlendirme yöntemleridir. Değerlendirme yapmak için kullanılan testler genellikle tek bir doğru cevabın olduğu testlerdir. Bu tür değerlendirme araçlarında öğrencilerin sorulara verdikleri orijinal cevaplar dikkate alınmaz. Öğretim programları

ile ilgili yapılacak olan düzenlemelerde bu durumda dikkate alınarak orijinal cevaplar değerlendirmeye alınmalı ve buna göre ölçütler belirlenmelidir. Bu aşamada zekâ veya hafızanın geliştirilmesi test puanlarında bir artışa neden olur. Bütün bunlara ek olarak öğrencinin var olan bilgilerini başka alanlarda kullanabilmesi (transfer edebilmesi) de önemlidir. Örneğin matematik alanı içerisinde edindiklerini fen alanında da kullanabilmesi yaratıcılık açısından gerekli görülmektedir (Bower & Clapper, 1989; Uysal, 2009).

Guilford 1975 yılında yaptığı çalışmada yaratıcılıkla ilgili olarak zekâ yapı modeli olarak bilinen (SOI) modelini geliştirmiştir. Bu model içerik, ürün ve işlemsel/uygulama olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. İçerik/bilgi kategorisi sınırlı bir yapıya sahip olup anlamsal, davranışsal, sembolik vb. gibi alt kategorilere ayrılmaktadır. İşlemsel kategorisi incelendiğinde farklı uygulama örnekleri dikkati çekmektedir. Bu uygulamaların birinde öğrencilerden ulaşılabilir ve beyaz birbirini çağrıştıran farklı kategoride 10 kavram bulmaları istenmiştir. Bir diğerinde ise, bir baba ile kızın durumunu farklı açılardan değerlendirmeleri istenmiştir. Son olarak öğrencilerden üç kelimeyi aynı cümle içinde kullanmaları şartıyla farklı cümleler kurmaları istenmiştir. Yaratıcılıkta değerlendirme yapılırken problem duyarlılığı, düşünce akıcılığı, düşünce setlerinin esnekliği, orijinal fikirler, sentez, analiz, yeniden düzenleme, yeniden tanımlama, düşünce yapısında çeşitlilik ve kendi kendini değerlendirme gibi bazı özel türlere dikkat edilir (Guilford, 1975).

Yaratıcılık bilimsel ilerleme için itici gücü oluşturur. Bir başka ifadeyle, bilimsel/teknolojik inovasyonun geliştirilmesi ile yaratıcılık arasında bağlantı bulunmaktadır (Martins & Terblanche, 2003). Yaratıcılığın durağan olduğu ile ilgili yerleşmiş düşünceler olmasına rağmen yakın zamanda gerçekleştirilen çalışmalar (Sağnak, 2005) bu durumun böyle olmadığını ifade etmektedir. Bu çalışmalarda yaratıcılığın geliştirilebilir olduğu, çok yönlü yapısı ve performansa bağlı olarak direkt ölçülebilecek somut bir yapı içermediği vurgulanmaktadır (Cropley, 2001).

Bilimsel içerikleri ve doğası gereği kimya dersi, durağan bir yapısı olmayan yaratıcı düşünmenin geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Öğrenci bu derste bilimin merakla başladığını, hayal gücünün bilimin gelişmesine katkısı olduğunu, bir sorunun birden fazla çözüm yolunun olabileceğini öğrenir. Bu yetiler öğrencinin bundan

sonraki mesleki ve sosyal yaşamına katkı sağlayacağından okullarda özellikle fen derslerinde yaratıcı düşünme yaklaşımının uygulanması ve bu konuda araştırmaların yapılması büyük önem taşımaktadır (Öztekin, 2013). Bu önem, ortaöğretim kimya dersi öğretim programında yer alan öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlamak, ezberci bireyler yerine sorgulayan, çözüm yolları üretebilen, bilimsel yöntem sürecinden faydalanan, meraklı, bilimsel okuryazarlığa sahip, yaratıcı bireyler yetiştirmek gibi amaçlar ile de uyumludur (MEB, 2013).

Kimya veya diğer derslerde bilimsel yaratıcılığın öğrencilerde geliştirilmesi gerektiği fikrinin ağırlık kazanması bu alanda yapılan araştırmaların bir sonucu olarak görülebilir. Farklı öğretim yöntem ve etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığa olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmalarda özellikle iki ölçeğin yaygın olarak kabul gördüğü ve kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu ölçeklerden ilki 1966 yılında Torrance tarafından geliştirilen Torrance Yaratıcı Düşünme Testidir (TYDT). İki sözel ve iki şekilsel olmak üzere dört bölümden oluşan TYDT; akıcılık, esneklik, özgünlük ve ayrıntınlık alt boyutlarından oluşmaktadır. Torrance'ın yaratıcı düşünme testi, bu güne kadar farklı alanlarda çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (Aslan, 2001; Öztekin, 2013). 1972 yılında yeni çalışmalarla geçerliliği yükseltilerek, sözel ve resim alt testlerinden oluşan iki paralel form haline dönüştürülmüştür.

Yaygın olarak tercih edilen diğer bir test ise; 2002 yılında Hu ve Adey tarafından öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini belirlemek amacıyla geliştirilen “Bilimsel Yaratıcılık Testi”dir. Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen “Bilimsel Yaratıcılık Testi” Torrance yaratıcı düşünme testi dikkate alınarak geliştirilmiştir. Ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını ölçmek için geliştirilen bilimsel yaratıcılık testi yedi maddeden oluşmaktadır. Test İngiltere’de 160 ortaokul öğrencisine uygulanmış ve geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları tamamlanmıştır. Pilot uygulamalar sonucunda testin farklı yaş ve yeterliğe sahip öğrenciler için de uygun olduğu ifade edilmiştir. Çalışma sonuçlarından biri de öğrencilerin yaş artışına bağlı olarak yaratıcılıklarının arttığının tespit edilmesidir. Ayrıca yine bu çalışmada bilimsel yeterliğin yaratıcılık için gerekli olduğu fakat bilimsel yaratıcılık için tek başına yeterli olmadığı ifade edilmektedir. Test 2012 yılında Deniz Çeliker ve Balım tarafından Türkçe’ye uyarlanarak ulusal alan yazınına kazandırılmıştır. Uyarlama çalışması sonucunda yedi maddelik “Bilimsel Yaratıcılık Testi” formu hazırlanmıştır.

Hu ve Adey'in (2002) ortaya koyduğu "Bilimsel Yaratıcılık Yapı Modeli (SCSM)" kişisel, ürün ve süreç boyutu olmak üzere üç boyutlu bir yapıyı içermektedir. Kişisel boyutta akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi kişinin karakteristik özellikleri yer almaktadır. Ürün boyutunda, bireyin bilimsel problem çözme becerisi vurgulanmakta olup, süreç boyutunda ise yaratıcı düşünce ve hayal gücünün altı çizilmektedir (Kılıç & Tezel, 2012; Starko, 2013).

Bilimsel yaratıcılık ile ilgili alan yazında yer alan çalışmalar incelendiğinde çok fazla sayıda çalışmanın bulunduğu görülmektedir (Aktamış, 2007; Erdoğan, Akkaya & Çelebi Akkaya, 2009; Walsh, Anders & Hancock, 2013). Bu çalışmalardan biri, Aktamış'ın (2007) çalışmasıdır. Aktamış (2007), çalışmasını yarı deneysel desene göre tasarlamış ve gerçekleştirilen uygulamanın öğrencilere çeşitli bağımlı değişkenler (yaratıcılık, tutum, başarı ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilme) açısından etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Çalışma sonucunda deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların bilimsel yaratıcılık puanları karşılaştırıldığında; bilimsel süreç becerilerinin temel alındığı deney grubundaki katılımcıların, bilimsel yaratıcılık puanlarındaki artışın, geleneksel yaklaşıma göre derslerin yürütüldüğü kontrol grubunda katılımcılara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Erdoğan, Akkaya ve Çelebi Akkaya'nın 2009 yılında gerçekleştirdikleri ve Van Hiele modeline dayalı öğretim sürecinin katılımcılar üzerindeki etkisini araştırdıkları deneysel çalışmalarında, 55 altıncı sınıf öğrencisi ile çalışmışlardır. Çalışmada Torrance Yaratıcı Düşünme Testi'nin şekilsel bölümü veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Van Hiele modeline dayalı öğretimin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu konu ile ilgili bir diğer çalışmada Özkök'ün (2005), disiplinler arası yaklaşım ile yürütülen programın, yaratıcı problem çözme becerisine etkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen çalışmasıdır. Özkök (2005) bu çalışmada yedinci sınıf düzeyinde 45 öğrenci ile çalışmıştır. Çalışma deneysel desen kullanılarak tasarlanmış ve katılımcılardan veriler "Yaratıcı Problem Çözme Testi (YPÇT)" aracılığı ile toplanmıştır. Çalışmada disiplinler arası yaklaşım öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını arttırmıştır.

Walsh, Anders ve Hancock'un 2013 yılında yaratıcılığın geliştirilmesi için gerekli ölçütleri araştırdıkları çalışmalarında, özellikle anlama, tutum ve çevre faktörlerinin üzerinde durulmuştur. Çalışmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla toplanmıştır. Çalışma sonunda olumlu bir çalışma ortamının oluşturulması, etkili bir iletişim kurulması ve uygun zaman ve yer gibi etkenlerin yaratıcılığın ortaya çıkarılmasında önemli bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Alan yazında bilimsel yaratıcılıkla ilgili olarak fen bilimleri ve kimya alanında farklı çalışmalar dikkati çekmektedir (Aslan, 2001; Deniz Çeliker, 2012; İşleyen & Küçük, 2013; Koçoğlu & Köymen, 2003; Öztekin, 2013). Bu çalışmalardan biri olan Deniz Çeliker'in (2012) çalışmasında bir fen konusunda proje tabanlı öğrenme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Deneysel desene göre yapılan çalışmada, uygulamalar sonunda katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarında deney grubu lehine fark tespit edilmiştir.

Alan yazında yer alan çalışmalar incelendiğinde STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılığa etkisi üzerine çalışmalar bulunduğu görülmektedir (Barry & Kanematsu, 2006; Barry, Kanematsu, Lawson, Nakahira & Ogawa, 2017; Henriksen 2014; Kanematsu & Barry, 2016; Walsh, Anders & Hancock 2013). Bu çalışmalardan biri, Walsh, Anders ve Hancock'un (2013) STEM araştırmacıları ile yürüttükleri çalışmalarıdır. Bu çalışmada araştırmacılar 13 doktora, 12 doktora sonrası ve 11 asistan olmak üzere STEM alanında çalışan 36 araştırmacıyla çalışmalarını yürütmüşlerdir. Çalışmanın amacı, yaratıcılık ile çevre ve tutum ilişkisini ortaya koyabilmek ve yaratıcılığın gelişimi için uygun çevre koşullarını tanımlayabilmektir. Çalışmada bu amaç doğrultusunda "STEM alanında çalışan araştırmacılar yaratıcılığı nasıl tanımlar?", "STEM alanında çalışan araştırmacıların yaratıcılık ile ilgili tutumları nedir?" ve "STEM alanında çalışan araştırmacılar için hangi çevre faktörleri onların yaratıcılıklarını destekler?" şeklinde sorulara cevap aranmıştır. Çalışma sonuçlarına bakıldığında katılımcıların STEM alanında yaratıcılığın geliştirilmesi ile ilgilendikleri halde sadece küçük bir kısmının yaratıcılık ile ilgili evrensel tanımlamalar yapabildikleri görülmüştür. Çalışmada ayrıca STEM disiplinleri için dahi olsa, yaratıcılığın doğası gereği öznel olduğu ve bireysel yoruma açık olduğunun altı çizilmiştir. Yaratıcılığın eğitim ile geliştirilebileceği ve yaratıcılığın geliştirilmesinde çevre/ ortam faktörünün önemli bir yerinin olduğu çalışmanın diğer önemli sonuçlarından biridir. Burada STEM ile ilgili yaratıcı öğrenme ortamlarının öğrencilerin yaratıcılığını arttıracakları vurgulanmıştır.

Henriksen (2014) durum çalışması deseni ile yürüttüğü çalışmasında bir örnekten yola çıkarak bilimde yaratıcılığın ve etkili sınıf öğretmenlerinin önemini ortaya koymuştur. Çalışma sonunda STEM disiplinleri ile sanat temelli disiplinlerin her ikisinin de yaratıcılıkla benzer oranda ilişkili olduğu, bu alanlarda başarılı kişilerin aynı zamanda yaratıcılıkları yüksek kişiler oldukları şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır.

Benzer olarak Kanematsu ve Barry'nin (2016) "*STEM and Creativity*" isimli kitap bölümünde disiplinler arası bir yaklaşım olan STEM eğitiminin, özellikle yaratıcılık ile birleştiğinde, ulusal statülerini ve gücünü güçlendirmek isteyen tüm ülkeler için büyük önem taşıdığına altı çizilmektedir. Yine çalışmada, dünyanın önde gelen ülkelerinin, problemleri yaratıcı bir şekilde çözmek ve küresel olarak rekabet etmek için yeterli sayıda nitelikli STEM mezunlarına ve yaratıcı STEM öğrencilerine ihtiyaç duydukları ifade edilmektedir. Bu sebeple öğrencilere STEM konularını (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) tanıtmak ve bu alanlardaki çalışmalarını sürdürmeye motive etmenin gerekliliğinden bahsedilmiş ve bunu sağlayabilmek içinde, aynı çalışmada yaratıcılık ve STEM eğitimi bir araya getiren bir program önerisinde bulunulmuştur.

Barry ve Kanematsu'nun (2006), kimya ve fende yaratıcı düşünmeyi geliştirmek için uluslararası bir program ortaya koymaya çalıştıkları çalışmalarında, fen ve kimyada yaratıcı düşünmenin önemini vurgulamışlardır. Bu programda kimya alanının toplum için önemli ve günlük hayatta karşılaştığımız, yaptığımız, yediğimiz, içtiğimiz her şeyin aslında kimya ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Bu yüzden kimya öğretmenlerinin derslerini keyifli ve anlamlı bilimsel deneyimlere dönüştürmeleri ve laboratuarda yaratıcılığı teşvik etmelerinin, öğrenciler açısından önemi ifade edilmiştir. Barry ve Kanematsu (2006) tarafından ortaya konan bu program yaratıcı STEM eğitimi için hem gerçek hem de sanal dünya ile ilgili çeşitli öğretim yöntemleri ve aktiviteleri içermektedir. Bahsi geçen öğretim yöntemlerinden biri, tüm öğrencilerin öğrenme tarzı ihtiyaçlarını karşılamak üzere şekillendirilmiştir. Bu yöntem doğrultusunda etkinlikler geliştirilmiştir. Örneğin, Beverage Engineers (İçecek mühendisleri) tüm öğrencilerin farklı öğrenmesi ilkesine dayanarak ortaya çıkarılan STEM etkinliklerinden ikisini oluşturmaktadır (Barry, Kanematsu, Lawson, Nakahira & Ogawa, 2017). İçecek mühendisleri STEM etkinliğinde, öğrencilerden en besleyici ve en lezzetli içeceği yapmaları ve bu ürünü pazarlamaları istenmiştir. Bu

yolla öğrencilerin yaratıcılıkları ve girişimcilik becerilerinin gelişeceği ifade edilmiştir.

2.13. Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşler

Bu başlık altında ilk kısımda, bilimin doğası ile ilgili teorik bilgiler, bilimin doğası ile ilgili alan yazında yer alan örnek çalışmalar yer almaktadır. İkinci kısımda ise, bilimin doğası ile STEM eğitiminin ilişkilendirilmesi ve bilimin doğası ile ilgili STEM eğitimi alanında ortaya konan çalışma örneklerine yer verilmiştir.

Lederman, El-Khalick, Bell ve Schwartz (2002) tarafından ifade edilen bilimin doğasına ait özellikler dikkate alındığında bilimsel bilgi; zaman içinde değişip ve gelişebilen, deney ve gözlem sonuçlarına dayanan, bilim adamlarının farklı bakış açılarını yansıtan, sosyal ve kültürel çevreden etkilenen bilgi olarak tanımlanabilir. Ayrıca bilimsel bilginin üretilmesinde hayal gücü ve yaratıcılık önemli rol oynar (Bala, 2013).

Bilimi ve günlük hayatta karşılaştığımız olayları anlamak, bilimin içeriğini öğrenmede başarılı olmak için bilimin doğasını anlamak ve fen derslerinin öğretiminde bilimin doğası ile ilgili temel ilkeleri göz önünde bulundurmak son derece önemlidir. Dahası bilimin doğasının öğretilmesi fen eğitiminin bir parçası olarak görülmelidir (Taşar, 2003).

Bilimin doğasını oluşturan boyutlara bakıldığında farklı boyutlandırmaların yapıldığı görülmektedir (Lederman vd., 2002). Farklı boyutlandırmalar yapılmasına rağmen, Amerikan Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği (National Science Teachers Association [NSTA]) 2000 yılında alan yazında kabul gören bir belge öne sürmüştür. Bu belgede bilimin doğası ile ilgili sekiz boyut ortaya koymuştur. Bu boyutlar sırasıyla değişebilirlik, tek bir bilimsel metodun olmaması, hayal gücü ve yaratıcılık, deneylere dayalılık, çıkarımlara dayalılık (teorik), bilim insanının etkisi (öznellik), teori ve kanun arasındaki ilişki ve bilimin sosyokültürel değerlerle ilişkisidir.

Bilimin doğasının boyutlarının öğretimi çok önemlidir. Çünkü 2007 yılından itibaren orta öğretim programında yapılan değişikliklerle, bilim okuryazarı olan gençlerin yetişmesi öğretim programının temellerinden biri olarak belirlenmiştir. Öğretim programlarındaki bu değişiklik ile birlikte fen/ kimya öğretimi farklı bir boyuta

taşınmış ve bilimsel okuryazarlık ile onun alt boyutlarından olan bilimin doğasının öğretimi bir eğitim politikası haline gelmiştir (MEB, 2013). Ayrıca alan yazında yer alan ilgili çalışmalarda, bilimin doğasını, araştırma sorgulamaya dayalı (inquirybased) öğretim yaklaşımı gibi farklı öğretim yaklaşımları ile ilişkilendirilerek öğrencilerin bilim anlayışlarının yanı sıra üst düzey düşünme becerilerinin de gelişmesine olanak sağladığı ifade edilmektedir (Schwartz, Lederman & Lederman, 2008). Bilimin doğasının öğretiminde alan yazında yer alan üç farklı yaklaşım söz konusudur. Bu yaklaşımlardan ilki doğrudan-yansıtıcı yaklaşımdır. Bu yaklaşımda, bilimin doğasına ait unsurların açık ve net olarak derslere entegre edilmesi ve sınıf içinde de bu unsurların tartışılıp irdelenmesi söz konusudur (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Bu çalışmada da doğrudan-yansıtıcı yaklaşım esas alınmış ve bilimin doğasına ait unsurlar ders planları içerisine açık ve net bir biçimde entegre edilmiştir.

Bilimin doğasının öğretiminde ikinci yaklaşım, dolaylı yaklaşımdır. Dolaylı yaklaşıma göre, bilimin doğasına ait unsurlar deney veya etkinlikler yoluyla öğrenciye örtülü olarak verilir ve öğrencilerin kendiliğinden anlaması beklenir (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

Tarihsel yaklaşım bilim doğasının öğretiminde kullanılan üçüncü yaklaşımdır. Tarihsel yaklaşım, öğrencilere bilim tarihinde yer alan çeşitli örnekler sunulur ve öğrencilere bu örneklerden yola çıkarak bilimin doğasına ait unsurların öğretilmesine dayanır (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

Bilimin doğası üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında özellikle bilimin doğası öğretiminde farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Türkiye’de de son yıllarda bilimin doğasıyla ilgili yoğun olarak çalışıldığı görülmektedir (Adbo & Taber, 2009; Bektaş, 2011; Campbell, Zhang & Neilson 2011; Harrison & Treagust, 1996; İnce & Özgelen, 2015; Sönmez, 2014). Bu çalışmalarda biri Bektaş’ın (2011) doktora tez çalışmasıdır. Bu çalışmada Bektaş, onuncu sınıf öğrencileriyle deneysel bir çalışma yürütmüştür. 5E döngüsel öğrenme modeline göre tasarlanan çalışmada, maddenin tanecikli yapısı konusunda, öğrencilerin epistemolojik inanışları ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Çalışma sonunda, öğrencilerin bilimin doğasını anlama ortalama puanları açısından deney grubu lehine fark tespit edilmiştir. Campbell

vd. (2011) çalışmalarında da benzer olarak deney grubunda kullandıkları modellemeye dayalı sorgulama yaklaşımı sonucunda, deney grubu katılımcılarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştiğini tespit etmişlerdir.

2.13.1. Bilimin Doğası İçeriklerinin STEM Eğitimi Açısından İncelenmesi

Bilimin doğası açısından önemli bir içerik bilimsel okuryazarlıktır. STEM eğitiminin amaçları arasında bilimsel okuryazarlığa sahip, bilgiyi günlük hayatına transfer edebilen, etrafındaki olayların farkında olan ve bu olayları yorumlayabilen, yaratıcı bireyler yetiştirmek vardır (Guzey, Thank, Wang, Roehrig & Moore, 2014). Bu açıdan değerlendirildiğinde aslında, STEM eğitimi yaklaşımını ile bilimin doğasının amaç ve ilkeler yönünden ilişkili oldukları söylenilebilir.

Buna ek olarak, STEM eğitiminin derslere entegrasyonu ile ilgili sürece bakıldığında öğrencilerin bir bilim insanı veya bir mühendis gibi çalışmasını beklediği görülmektedir. Dolayısıyla, bilimin doğasının esas aldığı, bilim insanlarının çalışmaları, dolayısıyla bilim tarihi, STEM eğitime yönelik kaynak ve altyapı olabilecek niteliktedir (Koştur, 2017). Örneğin, STEM eğitim yaklaşımına göre hazırlanan bir sınıf etkinliğinde öğrenci bilim tarihinden örneklerden yola çıkarak, sınıf veya sınıf dışı bir ortamda birçok gözlem ve deney yaparak hem bilimin doğasına ait kazanımları hem de STEM kazanımlarını edinmiş olmaktadır.

İlgili alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde STEM eğitiminde bilimin doğasına dair unsurların vurgulandığı ve STEM eğitiminin bilimin doğası hakkındaki öğrenci görüşlerine etkisinin incelendiği sadece tek bir çalışmaya rastlanmıştır (Yıldırım, Şahin & Tabaru, 2017). Yıldırım vd. (2017) tarafından ortaya konan çalışmada, STEM eğitimi yaklaşımını oluşturan temel felsefenin yapılandırmacılık yaklaşımı ve bilimin doğası olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, tasarlanan STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimin doğası inançları ile bilimsel araştırmaya ve yapılandırmacı yaklaşıma yönelik tutumları üzerine etkisi araştırılmıştır. Fen bilgisi öğretmenliğinde lisans eğitimi alan 24 öğretmen adayı çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Deneysel yöntemle göre tasarlanmış çalışma verileri nicel yöntemlerle analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Buradan elde edilen bulgulara göre, araştırmacılar tarafından geliştirilen ve uygulanana STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki inançlarına olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir.

Ayrıca, çalışma sonunda, STEM eğitiminin öğrenilmesi ve öğretilmesinde, bilimin doğasını oluşturan ilkelerin ve bilimin doğasına ait boyutların bilinmesi ve bu alanda gerçekleştirilen etkinlik ve uygulamaların içine entegre edilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Yukarıda belirtilen çalışma dışında, Savran'ın (2015) çalışmasında da bilimin doğasına ait unsurlardan bahsedilmektedir. Savran'ın (2015) çalışması uluslararası bir çalışmanın (Lederman & Lederman, 2013) Türkçeye adaptasyonu olup, sadece adapte edilen etkinliğin tanıtıldığı teorik bir çalışmadır. Bu çalışmada ortaya konan “fırıldak” etkinliğinin bilimin doğasına ait unsurları içerdiği (bilimsel bilginin değişebilir olma, hayal gücü ve yaratıcılık içermesi, öznel olma, gözlem ve çıkarım farklılığı, kanun ve teori farklılığı, olgusal olma, sosyal ve kültürel olma özellikleri) görülmüştür. Ders öğretmenin bilimin doğasına ait ön bilgileri varsa bu etkinliği bilimin doğasını vurgulamak için kullanılabileceği ifade edilmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmanın modeli, katılımcıları, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, toplanan verilerin analizinde kullanılan yöntemler, pilot uygulama, geçerlik ve güvenirlik analizleri ile uygulama süreci hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Nitel ve nicel araştırma yöntemleri farklı geleneğe dayanan, temellerini farklı felsefeler oluşturan, farklı varsayım ve ilkelere sahip iki farklı araştırma yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2013). 2000’li yıllardan itibaren, nitel ve nicel yöntem dışında üçüncü bir yöntem ortaya çıktı (Tashakkori & Teddlie, 1998). “Karma araştırma yöntemi” olarak bilinen bu yöntem, farklı alanlarda çalışmalar yapan çok sayıda araştırmacının tercih ettiği bir yöntemdir. Ayrıca, nitel ve nicel yöntemlerin bir araya getirilmesinden ziyade, kendine özgü bir kuramsal temeli bulunan ve belli ilke ve varsayımlara dayanan bir araştırma yöntemi olarak kabul edilmektedir (Denzin & Lincoln, 2005; Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 354).

Araştırmalara konu olan olay ve durumların aslında tek boyutta incelenemeyecek kadar çok boyutlu ve kompleks olması karma araştırma yönteminin ortaya çıkış nedeni olarak gözükmektedir. Başka bir ifadeyle, tek başına nitel veya nicel yöntem kullanılarak özellikle sosyal bilimler alanındaki araştırma problemlerinin açıklanması mümkün olmayabilir çünkü çok boyut içeren problemlerin anlaşılabilmesi için, farklı bakış açısıyla, farklı yöntemler bir arada kullanılarak bütüncül bir biçimde değerlendirilmesi gerekebilir (Mason, 2006).

Karma araştırma yönteminde, nitel ve nicel araştırma yöntemleri birbirinin tamamlayıcısı olarak bir arada kullanılabilir. Araştırma için uygun ve kullanışlı olduğu düşünülen şeylere odaklanması sebebiyle, karma araştırma yönteminin temeli pragmatik felsefeye dayandırılır (Christensen, Johnson & Turner, 2015). Başka bir

ifadeyle, karma yöntemde nitel araştırmaların temelini oluşturan yorumlayıcı paradigma ve nicel araştırmaların temelini oluşturan pozitivist paradigmanın, araştırma sorusu açısından geçerli olabileceğini ifade eder (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 354). Örneğın, nicel araştırmalar neden ve sonuç ilişkilerine odaklanırken, nitel araştırmalarda anlam ve algılar ön plana çıkar. Bu durumda karma araştırma yönteminin kullanıldığı bir çalışmada araştırmacı olay ve durumlara hem nesnel hem de öznel bakabilmelidir. (Greene, 2007). Bu esnek bakış açısı sayesinde karma yöntem, nitel ve nicel yöntemlerin sınırlılıklarından kurtarılmış olur (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 354).

Karma araştırma yönteminin çeşitleme, tamamlama, geliştirme, başlatma ve genişletme olmak üzere beş önemli işlevi bulunmaktadır. Bu işlevler aynı zamanda karma araştırma yönteminin araştırma desenleri ile yakından ilişkilidir. Karma araştırma yöntemi ile ilgili çok sayıda desen olduğu ifade edilmekle birlikte, bu çalışmada Creswell ve Plano Clark'ın (2007) sınıflamaları dikkate alınmıştır. Creswell ve Plano Clark'a göre karma araştırmalar, çeşitleme (eş zamanlı, paralel), gömülü (ie yerleşik, i içe) ve açıklayıcı ve açımlayıcı desen olmak üzere üç desen olarak sınıflandırılmaktadır.

Karma araştırma desenlerinden biri olan gömülü (ie yerleşik, i içe) desende, nitel veya nicel yöntemlerden biri veri toplama aşamasında birincil yöntem olarak belirlenir. Birincil yöntem araştırmaya kılavuzluk eder ve ikincil yöntem ise, araştırmada destekleyici/ zenginleştirici bir rol sağlar. Burada amaç, nitel ve nicel verileri birleştirerek araştırma problemini daha iyi çözmeye çalışmaktır. İkincil yöntem baskın olan birincil yöntem içinde “gömülü” veya “i ie”dir (Plano Clark, Huddleston-Casas, Churchill, O'Neil Green & Garrett, 2008).

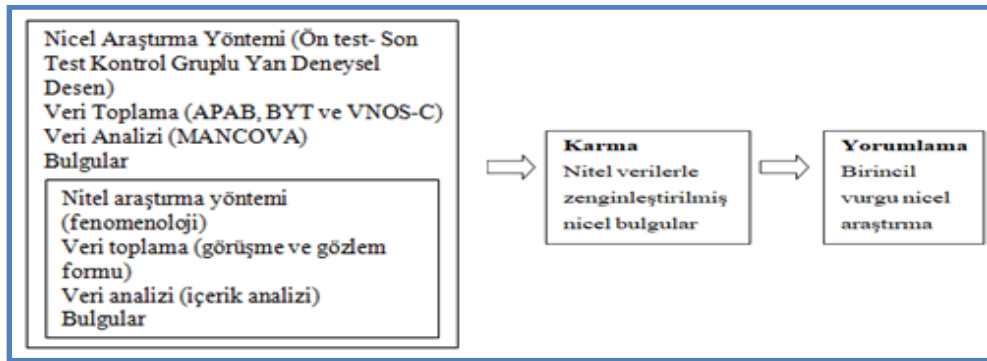
Gömülü desende, nicel veya nitel yöntemlerden biri diğerine göre daha ağır basmaktadır. Örneğın, bir anket veya öleğın temel alındığı bir araştırmada (nicel odaklı), görüşme ve gözlem yoluyla anket veya ölçekten elde edilen verilerin açıklanması sağlanabilir veya tam tersi nitel araştırma yöntemi odaklı bir çalışma gerçekleştirilebilir. Alan yazındaki benzer çalışmalara bakıldığında, çok sayıda çalışmada nicel araştırma yönteminin birincil yöntem olarak kabul edildiği, nitel yöntemlerin ise ikincil (destekleyici) yöntem olarak kullanıldığı görülmektedir

(Pekbay, 2017). Buna göre, baskın olan yöntemi yansıtan araştırma soruları daha fazla sayıdadır. Ayrıca, birincil ve ikinci yöntemler farklı araştırma soruları ile ilişkilidir (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 356). Nicel ve nitel yöntemler için veri toplama, veri analiz gibi süreçler ayrı ayrı gerçekleştirilir ve yorumlanır.

Bu araştırmada da, hem nicel (araştırma soruları: 1, 2 ve 3) hem de nitel (araştırma soruları: 4 ve 5) veriye ihtiyaç duyan araştırma soruları mevcuttur. Farklı araştırma sorularına cevap bulmak amacıyla, nicel araştırma yöntemi çalışmaya baskın (birincil) kılınmış, ikincil yöntem olarak belirlenen nitel yöntem araştırmanın içine gömülerek destek olarak kullanılmış (nitel verileri kullanarak nicel sonuçları daha anlamlı ve güçlü hale getirme) ve farklı araştırma sorularına cevap aranmıştır.

Çalışmada nicel araştırma yönteminin bir deseni olan “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır. Bu durumun nedeni ise STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerindeki etkisini belirlemek istenilmesi ve katılımcıların rastgele belirlenememesidir. Yarı deneysel desende deney ve kontrol gruplarına katılımcılar rastgele seçilemezler. Dolayısıyla bu gruplar önceden belirlenen gruplar arasından rastgele bir şekilde seçilir(Creswell, 2008; Fraenkel & Wallen, 1996).

Çalışmanın nitel yöntem ile ilgili kısmında ise, nitel araştırma yöntemine ait desenlerden biri olan fenomenoloji kullanılmıştır. Fenomenoloji etrafımızda karşılaştığımız, var olan olay deneyim ve durumlarla ilgili detaylı/ derinlemesine incelemeler yapan nitel araştırma desendir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Olgu bilim araştırmalarında, bir durum ile ilgili katılımcıların deneyimleri ve düşünceleri ayrıntılı olarak ortaya konmaya çalışılır. Bu araştırmanın da amaçlarından biri, öğretmen ve öğrencilerin STEM temelli etkinlikler ve gerçekleştirilen uygulama ile ilgili düşüncelerini derinlemesine araştırmaktır. Bu nedenle araştırmada amaca uygun olan nitel araştırma yönteminin bir deseni olan fenomenoloji tercih edilmiştir. Aşağıda Şekil 3’te araştırmada kullanılan iç içe desen şeması gösterilmiştir.



Şekil 3. Araştırmada kullanılan iç içe desen şeması (Creswell & Plano Clark, 2007)

3.2. Katılımcılar

Aşağıdaki bölüm 3.2.1’de araştırmanın ilk üç alt problemi için nicel verilere ilişkin tanımlanan evren ve örneklem ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bölüm 3.2.2.’de ise, araştırmanın dördüncü ve beşinci alt problemleri ile ilgili nitel verilerin hangi çalışma grubu ile çözümlendiğine dair bilgiler verilmiştir.

3.2.1 Evren ve Örneklem

Bir araştırmada toplanacak veriler ile elde edilen sonuçların geçerli olacağı gruba evren denir. Bu çalışma için hedeflenen evren (Target Population) Kayseri’deki tüm dokuzuncu sınıflardır. Ulaşılabilir evren (Accessible Population) ise Kocasinan ilçesi üçüncü eğitim bölgesinde yer alan bütün dokuzuncu sınıflardır. Genelleme ulaşılabilir evrene yapılmıştır. Bu genellemeyi yapabilmek için, öncelikle ulaşılabilir evrendeki tüm dokuzuncu sınıf seviyesindeki öğrenci sayısı belirlenmiş ve bu sayının en az % 10’una ulaşılmaya çalışılmıştır (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2008). Ulaşılabilir evrenden, belli kural ya da ölçütlere göre örneklem alma işlemine örnekleme denir (Ekiz, 2009, s.103). Çalışmanın örnekleme rastgele olmayan örnekleme türü olan uygun örnekleme yaklaşımına (Convenience Sampling Approach) dayandırılmış ve % 10 kuralı dikkate alınarak ulaşılabilir evrenden örneklem seçilmiştir. Araştırmanın örneklemini, 2016-2017 eğitim yılı birinci öğretim döneminde Kayseri ili, Kocasinan ilçesinde yer alan, araştırmacı tarafından ulaşılabilir durumda olan ve uygun görülen bir Anadolu Lisesinde yer alan dokuzuncu sınıflar oluşturmaktadır. Bu sınıflar akademik başarı ön test sonuçları dikkate alınarak (Tek yönlü ANOVA), iki deney ve iki kontrol grupları şeklinde dört grup olarak oluşturulmuştur. Bu amaçla Kayseri ili, Kocasinan ilçesi, üçüncü eğitim bölgesinde

yer alan bütün dokuzuncu sınıflar araştırılmış ve aşağıda Tablo 2’de sunulan sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 2. Ulaşılabilir Evrendeki Dokuzuncu Sınıf Öğrenci Sayıları

Okul Adı	Öğrenci sayısı
Anadolu Lisesi 1	136
Anadolu Lisesi 2	136
Fen Lisesi	136
Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi 1	238
Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi 2	204
Kız Teknik ve Meslek Lisesi	306
Anadolu İmam Hatip Lisesi	238
Toplam Öğrenci Sayısı	1394
%10’a giren öğrenci sayısı	139

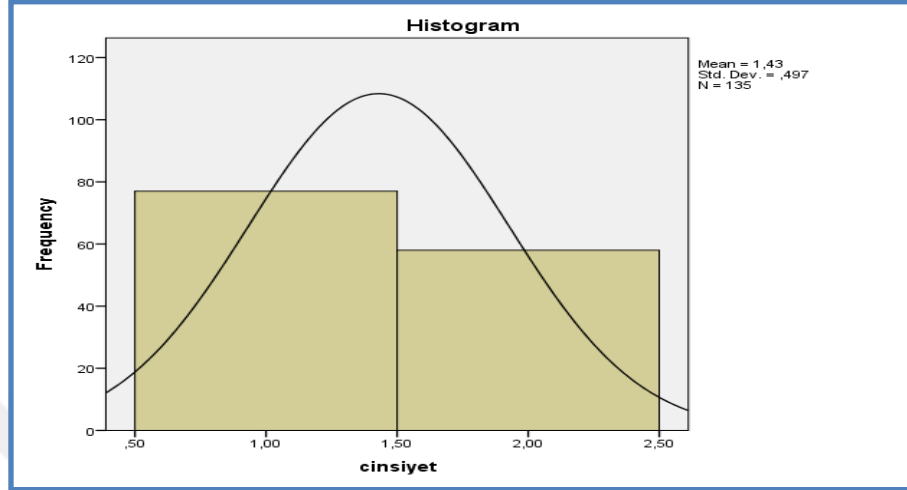
Kocasinan ilçesi üçüncü eğitim bölgesinde yer alan okullar arasından ulaşılabilir durumdaki okullardan bir tanesi seçilerek çalışma bu okulda yer alan dört dokuzuncu sınıf ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya toplam 135 öğrenci katılmış olup, katılımcı sayısının % 10 kuralını sağladığı söylenilebilir.

Öğrencilerin sınıf mevcutlarının, liseye giriş puanlarının benzer olması nedeniyle ve ayrıca ders öğretmenlerinin de görüşleri alınarak sınıfların benzer oldukları sonucuna varılmıştır. Fakat bu gerekçelerle yetinilmemiş, deney ve kontrol grupları belirleyebilmek için, katılımcıların ön- APAB (atom ve periyodik sistem akademik başarı testi) sonuçları one way ANOVA’ya (Tek yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. Bu sonuçlar dikkate alınarak, dört sınıf içerisinde iki sınıf deney grubu ve iki sınıf ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların, yaş, anne öğrenim durumu ve baba öğrenim durumu gibi değişkenler açısından dağılımı aşağıdaki Tablo 3’te verilmektedir.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Bazı Demografik Bilgileri

Değişken	Aralık	Deney	Kontrol	Toplam
Yaş	14,00	44	28	72
	15,00	21	35	56
	16,00	2	3	5
Anne öğrenim durumu	İlk	28	22	50
	Orta	25	32	57
	Lise	10	9	19
	Üniversite	5	0	5
Baba öğrenim durumu	İlk	19	9	28
	Orta	23	34	57
	Lise	23	17	40
	Üniversite	3	3	6

Deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılar cinsiyet değişkeni açısından incelenmiştir. Katılımcıların cinsiyet değişkeni açısından dağılımı ayrıntılı olarak aşağıda yer alan Şekil 4 ve Tablo 4’te gösterilmektedir.



Şekil 4. Deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların cinsiyete göre dağılım grafiği

Tablo 4. Deney ve Kontrol Grubu Katılımcılarının Cinsiyet Açısından İncelenmesi

Grup		Deney	Kontrol	Toplam
Cinsiyet	Erkek	39	38	77
	Kız	29	29	57
Toplam		68	67	135

Şekil 4 ve Tablo 4 ayrıntılı olarak incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların cinsiyet dağılımının homojen olduğu görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarında yer alan kız ve erkek öğrencilerin dağılımının benzer olduğu söylenebilir.

3.2.2 Çalışma grubu

Nitel araştırmalarda, konu derinlemesine ve ayrıntılarıyla incelenmeye çalışıldığından olasılık temelli örnekleme yerine, nitel araştırmaların doğasına daha uygun olan örnekleme tekniklerinden olasılık dışı (amaçlı) örnekleme tekniği tercih edilir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu araştırmada elde edilen nitel veriler için, nitel araştırmanın doğasına ve çalışmanın amacına uygun olarak amaçlı örnekleme tekniklerinden uygun durum (kolay ulaşılabilir durum) örnekleme tercih edilmiştir. Uygun durum örnekleme, nitel araştırmalarda yaygın olarak tercih edilen bir teknik olup, koşullara bağlı olarak (zaman, para, yer, konum) örneklem seçimine dayanır (Merriam, 2013, s. 78). Bu araştırmada, nitel bulgular iki farklı kaynaktan toplanmıştır.

Buna göre uygulayıcı kimya öğretmeninin ve öğrencilerinden bir kısmının uygulama ile ilgili görüşleri alınmıştır. Uygulayıcı öğretmen tek olduğu için bu durumda herhangi bir tercih durumu söz konusu olmamıştır. Diğer taraftan deney grubunda yer alan katılımcılardan bir kısmının ders etkinlik ve uygulamaları hakkında görüşleri alınmıştır. Öğrenciler belirlenirken, gönüllük esasına göre her iki deney sınıfından rastgele kişiler belirlenmiştir. Bazı öğrencilerin görüşmeyi kabul etmemiş ve bu durumda başka öğrencilere sorulmuştur. Araştırmaya, deney grubunda yer alan iki sınıftan toplam sekiz katılımcı katılmıştır. Öğrencilerin altısı kız, ikisi erkek olup yaşları 14 ile 16 arasında değişmektedir. Katılımcılardan beşi deney grubu B sınıfında, üçü ise deney grubu C sınıfında öğrenim görmektedir. Öğrencilerden Ece, Ali ve Ata deney grubu C sınıfında; Asya, Hale, Ayşe, Aslı ve Naz ise deney grubu B sınıfında yer almaktadır. Özellikle belirtilen öğrencilerle çalışılmasının nedeni, bu öğrencilerin STEM etkinlik ve ders uygulamalarını yaparak, uygulamalar ile ilgili bilgi ve deneyime sahip olmalarıdır.

3.3. Veri Toplama Araçları

STEM eğitim yaklaşımının, Kayseri ili Kocasinan ilçesinde yer alan okullarda dokuzuncu sınıf seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve bilimin doğasına yönelik görüşlerine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada veri toplama aracı olarak akademik başarı testi, bilimsel yaratıcılık testi ve bilimin doğasına yönelik görüşler ölçeği (VNOS-C) kullanılmıştır. Akademik başarı testi çoktan seçmeli sorulardan oluşurken; bilimsel yaratıcılık testi ve bilimin doğasına yönelik görüşler ölçeği açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Ayrıca, tüm bunlara ek olarak öğretmen ve öğrencilerin uygulamalar ile ilgili görüşlerini ortaya koymak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

3.3.1. Atom ve Periyodik Sistem Akademik Başarı Testi (APAB)

APAB'ı oluşturmak için öncelikle araştırmacı tarafından Kimya dersi, dokuzuncu sınıf "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesindeki kazanımlar belirlenmiş ve incelenmiştir. Daha sonra her bir kazanımı ölçmeye yönelik sorulardan oluşan bir soru havuzu oluşturmak için alan yazın taraması yapılmıştır (Akıllı, 2011; Aksu, 2004; Gabel, Samuel & Hunn, 1987; Golgir, 2011; Genç, 2008; Kahraman, 2010; Kaymak, 2005;

Minaslı, 2009; Önen, 2011; Tağ, 2012, Türkhan, 2013). Ayrıca “Atom ve Periyodik Sistem” akademik başarı testi soruları oluşturulurken alan yazın dikkate alınarak oluşturulan soru havuzu dışında ders kitapları ve diğer kaynaklardan da yararlanılmıştır. Bu soru havuzu üzerinde çalışıldıktan sonra Temmuz 2016’da yeniden bir değerlendirme yapılarak akademik başarı testine son şekli verilmiştir. Aşağıda Tablo 5’te soruların alındıkları kaynaklar listelenmektedir.

Tablo 5. APAB Soruları ve Alındıkları Kaynakların Listesi

Soru No	Alıntı yapılan kaynak	Benzer soru numarası
1	Palme	Kimyanın temel kanunları/ Test-1/ 1. soru
2	Palme	Atom ve periyodik sistem/ 4. soru
3	MEB, Kazanım kavrama testi	Atomun yapısı -I (Atom ve Elektrik)/ 3. soru
4	Araştırmacı tarafından geliştirildi.	
5	MEB, Kazanım kavrama testi	Periyodik sistem - III / 10. soru
6	Palme	Atom ve periyodik sistem/ 1. örnek
7	Palme	Atom ve periyodik sistem/ 3. soru
8	Araştırmacı tarafından geliştirildi.	
9	Golgır, 2011	Hazır bulunuşluk testi 12.soru
10	Çözüm	Mini test-1/ 5. soru
11	Nitelik	Atom ve yapısı/ örnek/ 17. soru
12	Karekök	Atom ve yapısı/ test-1/ 19. soru
13	Muba	Atom ve yapısı/ test-1/ 11. soru
14	Akıllı, 2011	Akademik başarı testi/ 1. ve 2. soru
15	Akıllı, 2011	Akademik başarı testi/ 19. soru
16	Golgır, 2011	Atom ve kuantum sayıları başarı testi/1. soru
17	Golgır, 2011	Atom ve kuantum sayıları başarı testi/1. soru
18	Akıllı, 2011	Akademik başarı testi/ 5. ve 6. Soru
	Palme	Atom ve Periyodik Sistem/ test-1/ 2. soru
19	Akıllı, 2011	Akademik başarı testi/ 4. ve 6. soru
20	Akıllı, 2011	Akademik başarı testi/ 7. soru
21	Tağ, 2012	Başarı testi, 5. soru
22	MEB, Kazanım kavrama testi	Periyodik sistem - I/ 1. soru
23	Eksen	Periyodik sistem-1/ 1. soru
24	Araştırmacı tarafından geliştirildi.	
25	Türkhan, 2013	Akademik başarı testi, 8. soru
26	Eksen	Periyodik sistem-1/ 6. soru
27	Palme	Periyodik sistemin gelişimi/ Test-1/ 1. soru
28	Palme	Periyodik sistemin gelişimi/ Test-2/ 6. soru
29	Türkhan, 2013	Akademik başarı testi, 21. soru
30	Kaymak, 2005	Başarı testi/ 17. soru
31	Genç, 2008	Kavramsal anket, 18. soru
32	Türkhan, 2013	Akademik başarı testi, 2. soru
33	Kaymak, 2005	Başarı testi/ 3. soru

Sorular ortaya konurken farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Sorular teste konurken katılımcı özellikleri dikkate alınarak sınıf seviyesi ve katılımcılar tarafından anlaşılabilirliğe göre kontrol edilmiş ve çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Kazanımları

karşılıdığı düşünölen soru maddeleri aynen alınmamış üzerinde çalışılarak çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Soru maddelerini öğrenciler açısından daha dikkat çekici hale getirmek amacıyla sorular görsellerle zenginleştirilmiştir.

Ünite kazanımları dikkate alınarak hazırlanan “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesi kapsamında toplam 14 kazanım bulunmaktadır. Her bir kazanıma karşılık en az bir soru maddesi olacak şekilde uzman görüşü de dikkate alınarak 33 maddelik taslak oluşturulmuş ve Ek 2’de verilmiştir. Gerekli düzenlemelerden sonra son şekli verilen “Atom ve periyodik sistem akademik başarı testi için pilot çalışma” (APAB-Pilot) 2015-2016 öğretim yılında Kayseri ili, Kocasinan ilçesinde yapılmıştır. Üçüncü bölgede yer alan, uygulamanın yapılacağı okul ile benzer özelliklere sahip üç farklı okul ile uygulamanın yapılacağı okulda öğrenim gören 399 katılımcıya APAB-pilot uygulanmıştır. Katılımcılardan altısının çalışma sonuçlarını olumsuz etkilediği düşünüldüğünden çalışma dışında tutulmuş ve analizler 393 katılımcı üzerinden yürütölmüştür. Katılımcıların yaşları 14 ile 17 arasında değişmekte olup, katılımcılardan 242’si kız 151’i erkektir. Katılımcılar bir önceki yıl aynı konuyu öğrenen 10. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Pilot çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulama sonrasında elde edilen veriler SPSS programı ile incelenmiş, geçerlik (güçlük ve ayırt edicilik indeksi hesaplama) ve güvenilirlik (güvenirlik katsayısı belirleme) çalışmaları yapılmıştır. Analiz sonuçlarına sırasıyla aşağıda yer verilmiştir.

“Atom ve Periyodik Sistem” ünitesi ile ilgili, pilot çalışma kapsamında öğrencilerin akademik başarılarını belirlemek amacıyla 33 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test geliştirilmiştir. Akademik başarı testinden elde edilen puanların güvenilirliğini belirlemek amacıyla SPSS programı kullanılarak güvenilirlik analizi yapılmış ve elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı yorumlanmıştır. Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı araştırmalarda çoklukla kullanılan bir istatistiksel tekniktir. Bu yolla bir testin iç tutarlığı hakkında yorum yapılabilir. Buna göre, hesaplanan alfa değeri +1,00’e yaklaşması halinde testin iç tutarlığının yüksek olduğu düşünölür (Tekin, 1996). Hazırlanan akademik başarı testinin tüm maddelerine ait Cronbach alpha güvenilirliği .623 olarak bulunmuştur.

Tablo 6. APAB Pilot Uygulama Sonrası Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı

Cronbach's Alpha	Maddelerin standartlaştırılması sonucu Cronbach's Alpha	Madde sayısı
.623	.602	33

Tablo 6’da görüldüğü gibi bu testten elde edilen puanların Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0,62’dir. Güvenirlik katsayısı 1’e ne kadar yakınsa test o kadar kararlı, tutarlı ve tekrarlanabilir, demektir (Çepni, 2009, s.194). Bu araştırmadaki testten elde edilen puanların güvenilir, tutarlı ve tekrarlanabilir olduğu söylenilebilir.

Akademik başarı testinden elde edilen puanların dağılımının normal ya da normale yakın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla, uygulanan test maddeleri için merkezi eğilim ölçüleri ve çarpıklık-basıklık katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra test maddelerinin “Ortalama, Medyan, Mod” değerleri ile “Çarpıklık ve Basıklık” değerlerine bakılarak normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 7. APAB-Pilot Sorularının Betimsel İstatistik Sonuçları

Soru	Ortalama	Medyan	Mod	S. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Maks.
1	.527	1,00	1,00	.500	.250	-.110	-1,998	0,00
2	.365	0,00	0,00	.482	.232	.564	-1,691	0,00
3	.173	0,00	0,00	.378	.143	1,739	1,028	0,00
4	.219	0,00	0,00	.414	.171	1,368	-.130	0,00
5	.144	0,00	0,00	.352	.124	2,036	2,157	0,00
6	.857	1,00	1,00	.350	.123	-2,049	2,210	0,00
7	.450	0,00	0,00	.498	.248	.203	-1,969	0,00
8	.230	0,00	0,00	.422	.178	1,286	-.349	0,00
9	.531	1,00	1,00	.500	.250	-.124	-1,995	0,00
10	.218	0,00	0,00	.413	.171	1,372	-.119	0,00
11	.393	0,00	0,00	.489	.239	.439	-1,817	0,00
12	.371	0,00	0,00	.484	.234	.534	-1,724	0,00
13	.222	0,00	0,00	.416	.173	1,344	-.195	0,00
14	.495	0,00	0,00	.501	.251	.020	-2,010	0,00
15	.270	0,00	0,00	.444	.198	1,041	-.922	0,00
16	.403	0,00	0,00	.491	.241	.399	-1,851	0,00
17	.202	0,00	0,00	.402	.161	1,493	.232	0,00
18	.422	0,00	0,00	.494	.244	.319	-1,908	0,00
19	.175	0,00	0,00	.381	.145	1,717	.953	0,00
20	.391	0,00	0,00	.489	.239	.450	-1,807	0,00
21	.647	1,00	1,00	.478	.229	-.618	-1,627	0,00
22	.307	0,00	0,00	.462	.213	.839	-1,303	0,00
23	.256	0,00	0,00	.437	.191	1,120	-.750	0,00
24	.326	0,00	0,00	.470	.220	.743	-1,456	0,00
25	.159	0,00	0,00	.366	.134	1,874	1,519	0,00
26	.686	1,00	1,00	.465	.216	-.802	-1,363	0,00

Tablo 7 devamı

Soru	Ortalama	Medyan	Mod	S. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Maks.
27	.512	1,00	1,00	.501	.251	-.047	-2,008	0,00
28	.504	1,00	1,00	.501	.251	-.016	-2,010	0,00
29	.526	1,00	1,00	.500	.250	-.104	-2,000	0,00
30	.262	0,00	0,00	.440	.194	1,087	-.824	0,00
31	.139	0,00	0,00	.347	.120	2,090	2,379	0,00
32	.345	0,00	0,00	.476	.227	.656	-1,579	0,00
33	.102	0,00	0,00	.303	.092	2,648	5,038	0,00

Tablo 7 farklı açılardan incelenmiştir. Öncelikli olarak, tabloda yer alan değerlere bakılarak test maddelerinin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Normal dağılımın kanıtlanabilmesi için tablo farklı açılardan incelenebilir. Örneğin, mod, medyan ve ortalama değerlerine bakılarak, bu değerlerin birbirine yakın değerler olup olmadığı araştırılabilir. Bu değerlerin birbirlerine yakın veya yaklaşık olarak eşit değerler olması normal dağılım için bir kanıt olarak kabul edilir (Köklü, Büyüköztürk & Çokluk-Bökeoğlu, 2007). Tablo 7 incelendiğinde her bir soru için ortalama değerlerin .102 ile .859 arasında değiştiği, buradan yola çıkılarak bazı soruların öğrenciler tarafından kolay olarak algılandığı, bazı soruların ise zor olarak değerlendirildiği yorumu yapılmıştır. Akademik başarı testlerinde öğrenciler açısından zor ve kolay soruların bulunması normal olarak kabul edilmekle birlikte soruların genel olarak orta zorlukta olması önerilmektedir. Bu açıdan öğrenciler tarafından çok zor ve kolay olarak değerlendirilen sorular için ayrıntılı inceleme yapılarak çıkarılmasının uygun olup olmayacağı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bunun için ikinci olarak ise çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Bu değerlerinde verilerin normal dağılım gösterebilmesi için -2 ile +2 aralığında olması beklenir (Köklü vd., 2007). Tablo 7 incelendiğinde 5, 31 ve 33. soruların dışında tüm soru maddeleri için değerlerin “-2” ile “+2” aralığında veya bu aralığa yakın yer aldığı görülmektedir.

Tablo 8. APAB-Pilot Soruların Güvenirlik Katsayısına Etkisi

Soru çıkarılırsa Cronbach's Alpha	Soru çıkarılırsa Cronbach's Alpha
1.	.644
2.	.632
3.	.656
4.	.656
5.	.664
6.	.646
7.	.636
8.	.664
18.	.638
19.	.649
20.	.630
21.	.630
22.	.660
23.	.659
24.	.622
25.	.646

Tablo 8 devamı

Soru çıkarılırsa Cronbach's Alpha	Soru çıkarılırsa Cronbach's Alpha
9.	,628
10.	,645
11.	,647
12.	,653
13.	,661
14.	,643
15.	,649
16.	,652
17.	,654
26.	,624
27.	,623
28.	,620
29.	,641
30.	,642
31.	,658
32.	,639
33.	,661

Tablo 8'de testten hangi madde çıkartılırsa güvenilirlik katsayısının ne olacağı verilmiştir. Tablo 8 ayrıntılı olarak incelendiğinde 5., 8., 13. ve 33. maddeler dışında diğer maddelerin testten çıkarılması halinde güvenilirlik katsayısının düştüğü görülmektedir. Bu maddelerin testten çıkarılması durumunda ise güvenilirlik katsayısında çok az miktarda da olsa bir yükselme görülmektedir. Fakat bu durum tek başına soruların testten çıkarılması için yeterli bir sebep olarak ifade edilemeyeceğini söylemek mümkündür. Bunun dışında sorular için diğer tabloların da incelenmesi ve genel olarak değerlendirme yapılarak çıkarılması gereken bir soru olup olmadığına karar verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Güvenirlik katsayısı açısından 5, 31 ve 33. soruların çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca bazı katılımcıların fazla sayıda soruyu boş bırakması nedeniyle bu katılımcıların çalışma dışında bırakılmasına karar verilerek en son olarak 393 katılımcı üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. İfade edilen değişiklikler yapıldıktan sonra hesaplanan Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı 0,67 olarak hesaplanmıştır. Öngörülen düzeltmeler ve değişiklikler sonucu ortaya çıkan akademik başarı testinin son hali Ek 3'te sunulmuştur.

Tablo 9. Uygulama Öncesi APAB Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı

Cronbach's Alpha	Maddelerin standartlaştırılması sonucu Cronbach's Alpha	Madde sayısı
.670	.653	30

Daha sonra katılımcıların test sorularının tamamından aldıkları puanlar toplanmış ve öğrenciler yüksek puan alandan düşük puan alana göre sıralanmıştır. Test soruları için ayırt edicilik indeksi hesaplanırken %27'lik dilimlerden faydalanılarak üst grup ve alt grup belirlenmiştir. Üst ve alt grubun her birinde bulunan toplam öğrenci sayısı 106'dır. Test sorulara S1, S2, ...ve S33 şeklinde kodlar verilmiştir. SPSS 20 programı

ile her bir test maddesi için ayrı ayrı alt ve üst grupta yer alan kişilerin aldıkları puanlar birbiriyle ilişkisiz grup t testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar tablo haline getirilmiştir. Bu yolla, maddelere verilen cevapların alt ve üst gruplar arasında bir fark ortaya koyup koymadığı belirlenerek ilgili soruların alt ve üst grupları ayırt edebilme becerisi ortaya konur (Ergin, 1995). Bu çalışmada maddelerin alt ve üst grupları ayırt edebilme becerisi ortaya koyabilmek için bağımsız grup t-testi (independent samples t test) kullanılmış ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. APAB-Pilot Ayırt Edicilik için Bağımsız Grup t Testi Sonuçları

Soru No	Gruplar	N	x	ss	t testi		
					t	Sd	p
1	Alt	106	.3774	.48703	-6,15	210,00	0,00
	Üst	106	.7642	.42655	-6,15	206,41	0,00
2	Alt	106	.1714	.37869	-7,69	209,00	0,00
	Üst	106	.6321	.48453	-7,70	198,30	0,00
3	Alt	106	.1165	.32240	-2,28	207,00	0,02
	Üst	106	.2358	.42655	-2,29	195,28	0,02
4	Alt	106	.1538	.36255	-1,53	207,00	0,13
	Üst	106	.2381	.42796	-1,54	202,15	0,13
5	Alt	106	.1327	.34094	.05	196,00	0,96
	Üst	106	.1300	.33800	.05	195,84	0,96
6	Alt	106	.7453	.43777	-4,39	210,00	0,00
	Üst	106	.9528	.21301	-4,39	152,08	0,00
7	Alt	106	.2571	.43916	-7,81	208,00	0,00
	Üst	106	.7333	.44434	-7,81	207,97	0,00
8	Alt	106	.1845	.38976	-1,14	205,00	0,26
	Üst	106	.2500	.43511	-1,14	202,97	0,25
9	Alt	106	.2286	.42193	-12,12	209,00	0,00
	Üst	106	.8679	.34018	-12,11	199,23	0,00
10	Alt	106	.1792	.38538	-4,46	210,00	0,00
	Üst	106	.4528	.50013	-4,46	197,19	0,00
11	Alt	106	.2500	.43519	-4,39	204,00	0,00
	Üst	106	.5377	.50094	-4,41	202,65	0,00
12	Alt	106	.2718	.44709	-2,30	205,00	0,02
	Üst	106	.4231	.49644	-2,30	203,18	0,02
13	Alt	106	.1386	.34727	-1,29	195,00	0,20
	Üst	106	.2083	.40825	-1,29	186,71	0,20
14	Alt	106	.3113	.46523	-6,93	209,00	0,00
	Üst	106	.7429	.43916	-6,93	208,52	0,00
15	Alt	106	.1810	.38683	-3,88	208,00	0,00
	Üst	106	.4190	.49577	-3,88	196,39	0,00
16	Alt	106	.2376	.42775	-5,24	203,00	0,00
	Üst	106	.5769	.49644	-5,25	200,18	0,00
17	Alt	106	.0816	.27521	-3,76	199,00	0,00
	Üst	106	.2816	.45196	-3,81	169,87	0,00
18	Alt	106	.2952	.45834	-5,84	209,00	0,00
	Üst	106	.6698	.47252	-5,84	208,91	0,00

Tablo 10 devamı

Soru No	Gruplar	N	x	ss	t testi		
					t	Sd	p
19	Alt	106	.1111	.31587	-3,55	200,00	0,00
	Üst	106	.3107	.46503	-3,58	180,21	0,00
20	Alt	106	.1429	.35161	-9,39	209,00	0,00
	Üst	106	.6792	.46898	-9,41	194,68	0,00
21	Alt	106	.3905	.49020	-9,27	209,00	0,00
	Üst	106	.9057	.29369	-9,25	169,84	0,00
22	Alt	106	.1619	.37013	-2,71	206,00	0,01
	Üst	106	.3204	.46891	-2,70	193,79	0,01
23	Alt	106	.1731	.38015	-1,83	206,00	0,07
	Üst	106	.2788	.45060	-1,83	200,32	0,07
24	Alt	106	.0971	.29752	-11,93	207,00	0,00
	Üst	106	.7264	.44792	-12,00	183,13	0,00
25	Alt	106	.0980	.29884	-3,96	205,00	0,00
	Üst	106	.3143	.46646	-3,98	177,77	0,00
26	Alt	106	.3558	.48106	-11,60	207,00	0,00
	Üst	106	.9524	.21398	-11,57	141,93	0,00
27	Alt	106	.2059	.40634	-11,41	205,00	0,00
	Üst	106	.8286	.37869	-11,40	202,99	0,00
28	Alt	106	.1386	.34727	-14,07	205,00	0,00
	Üst	106	.8396	.36870	-14,09	204,97	0,00
29	Alt	106	.2941	.45790	-5,92	205,00	0,00
	Üst	106	.6762	.47017	-5,92	205,00	0,00
30	Alt	106	.0816	.27521	-5,90	199,00	0,00
	Üst	106	.4175	.49555	-5,98	161,05	0,00
31	Alt	106	.1429	.35173	-.56	201,00	0,58
	Üst	106	.1714	.37869	-.56	201,00	0,58
32	Alt	106	.1633	.37151	-6,92	201,00	0,00
	Üst	106	.5905	.49410	-6,99	192,44	0,00
33	Alt	106	.0928	.29164	.07	195,00	0,95
	Üst	106	.0900	.28762	.07	194,62	0,95

Tablo 10 ayrıntılı olarak incelendiğinde, tüm üst ve alt grupların aritmetik ortalamaları arasında 4., 5., 8. 13., 23., 31. ve 33. sorular dışında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < .005$). Söz konusu farklılıklar tüm maddeler için üst grup lehine gerçekleşmiştir. Dolayısıyla bir maddenin üst grupta daha iyi yapılması o maddenin testte kullanılabilir bir madde ve ayırt edici olduğunu gösterir. Bahsedilen yedi soru dışında (4., 5., 8. 13., 23., 31. ve 33.) kalan sorular için, ayırt edici olduğu söylenilebilir. Anlamlı bir farkın ortaya çıkmadığı sorular ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu sorulardan çalışmadığı düşünülen üç soru (5., 31. ve 33. sorular) testten çıkarılmıştır. APAB son hali Ek 3'te verilmiştir.

Ayrıca akademik başarı testi ile ilgili olarak kapsam (içerik) geçerliğini sağlamak amacıyla da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Kapsam geçerliğinin sağlanması için aşağıdaki yollara başvurulmuştur:

1. İlgili alan yazının taranması,
2. Soru ya da madde havuzunun oluşturulması,
3. Uzman görüşüne başvurulması,
4. Belirtke tablosunun hazırlanarak testin kazanımlarının ortaya konması,
5. Puanlama rubriğinin oluşturulması,
6. Maddelerin uygunluğunun test edilmesi için pilot çalışma yapılması (Fraenkel & Wallen; 2000).

Yukarıda ifade edilen maddeler doğrultusunda akademik başarı testi için, belirtke tablosunun hazırlanarak testin maddelerinin kazanımları ve testin amacı ortaya konmuştur. Aşağıdaki Tablo 11 ve Tablo 12’de sırasıyla sorular için hazırlanan belirtke tablosu ve soruların cevap anahtarı yer almaktadır. Tablo 13’de ise, olumlu ve olumsuz soru dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 11. Başarı Testi İçin Belirtke Tablosu

Soru No	Kazanımlar	Bilişsel (Zihinsel) Düzey		
		Anlama	Problem çözme	Eleştirel düşünme
1	Bir bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranını bulur ve şekil üzerinde gösterir.		X	
2	Dalton atom modelinin günümüzde hala geçerli olan kısmını bilir.		X	
3	Thomson'un katot ışınları ile ilgili yapmış olduğu deneydeki olayları irdeler.		X	
4	Atomun bölünebilir olduğunu günlük yaşam örneklerini kullanarak açıklar			X
5	Bir elementin iyonlaşma reaksiyon denklemine bakarak, o elemente dair iyonlaşma enerjisi hakkında karar verir.		X	
6	Elementlerin periyodik sistemdeki yerleri ve atom çapları ile ilgili verilen bilgilerden yola çıkarak elementlerin periyodik sistemdeki yerlerini şekil üzerinde belirler.		X	
7	Periyodik sistemde bazı elementlerin elektronegatifliği, atom çapı ve iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi ve metal-ametal özelliklerini kıyaslar.			X
8	Elektron, proton ve nötronun yüklerini ve kütlelerini karşılaştırır.			X
9	Elektron, proton ve nötronun yüklerini ve kütlelerini karşılaştırır.	X		
10	Bir elementi oluşturan atomlara ait taneciklerin bilgisinden yararlanarak elementin periyodik sistemdeki yeri hakkında karar verir			X
11	İzotop ve izoton atom kavramını kullanarak farklı elementlerin atom ve kütle numaralarını hesaplar.		X	

Tablo 11 devamı

Soru No	Kazanımlar	Bilişsel (Zihinsel) Düzey		
		Anlama	Problem çözme	Eleştirel düşünme
12	İzotop atom kavramının dalton atom modeline uygun bir kavram olmadığını anlar.		X	
13	Millikanın yağ damlası deneyi ile hangi sonuçlara ulaştığını yorumlar.			X
14	Thomson atom modelinin günümüzde geçerliğini koruyan görüşünü bilir.	X		
15	Rutherford atom modelinin altında yatan araştırma sorusunu kavrar		X	
16	Bohr atom modelini atomların absorpladığı/yaydığı ışınlar ile ilişkilendirir.			X
17	Atom spektrumu kavramını örneklerle açıklar			X
18	Bohr atom modelinin maddelerini bilir	X		
19	Bohr atom modelinin günümüzde geçerliğini koruyan görüşünü bilir	X		
20	Atom modelleri arasında bilimsel anlamda kıyaslama yapar		X	
21	Bilim adamları ile öne sürdükleri modellerin kesitleri arasında eşleştirme yapar		X	
22	Mendeleev'in ilk periyodik sisteminin oluşum mantığını kavrar	X		
23	Modern periyodik sistem ve oluşma sürecini bilir.	X		
24	Katman sayısı ve değerlik elektron sayısından yola çıkarak elementin fiziksel ve kimyasal özelliklerini sıralar		X	
25	Atom numaraları farklı iki elementin ortak özelliğini bilir	X		
26	Atomların katman-elektron dizilimleriyle periyodik sistemdeki yerleri arasında ilişki kurar		X	
27	Atomların katman-elektron dizilimleriyle periyodik sistemdeki yerleri arasında ilişki kurar		X	
28	Farklı elementler için verilen bilgilerden yola çıkarak verilen elementleri metaller, ametaller ve asal gazlar olarak sınıflandırır			X
29	Verilen özelliklerin yarı metal özellik gösteren elementlere ait olduğunu kavrar		X	
30	İyonlaşma enerjisi grafiğini yorumlayarak elementlerin özelliklerini belirler		X	
31	İyonlaşma enerjisi kavramının neye göre değiştiğini bilir.		X	
32	Periyodik sistemde soldan sağa gidildiği zaman atom çapı, elektron ilgisi, elektronegatiflik, metalik özellik ve iyonlaşma enerjisinin nasıl değişeceği hakkında yorum yapar			X
33	Atom yarıçapı ve iyonlaşma enerjisi arasındaki ilişkiyi hem periyot hem de grup için yorumlar			X
Toplam		8	15	10

Tablo 12. APAB Cevap Anahtarı

Soru	Doğru seçenek	Soru	Doğru seçenek	Soru	Doğru seçenek	Soru	Doğru seçenek
1	B	10	B	19	E	28	A
2	E	11	C	20	C	29	C
3	E	12	A	21	D	30	E
4	C	13	C	22	E	31	C
5	E	14	A	23	B	32	A
6	A	15	C	24	D	33	D
7	D	16	B	25	E		
8	D	17	A	26	A		
9	B	18	B	27	D		
		A	B	C	D	E	
Toplam		7	6	7	6	7	

Tablo 13. APAB Olumlu ve Olumsuz Soru Dağılımı

Soru No	Olumlu (+)	Olumsuz (-)	Soru No	Olumlu (+)	Olumsuz (-)
1	+		16	+	
2	+		17	-	
3	-		18	+	
4	-		19	-	
5	+		20	+	
6	+		21	+	
7	+		22	+	
8	+		23	+	
9	-		24	-	
10	+		25	+	
11	+		26	+	
12	-		27	-	
13	-		28	+	
14	+		29	+	
15	+		30	-	
31	+		33	+	
32	+		Toplam	Olumlu: 23	Olumsuz: 10

Tablo 11, 12 ve 13 incelendiğinde her bir kazanım için en az iki sorunun yer aldığı, soruların 23 tanesinin olumlu ve 10 tanesinin olumsuz ifade içerdiği görülmektedir. Ayrıca sorular Haladayna'nın (1997) bilişsel (zihinsel) düzeylerine göre sınıflandırıldığında, soruların yedi tanesinin anlama, 16 tanesinin problem çözme ve 10 tanesinin de eleştirel düşünme düzeyinde olduğu görülmektedir.

Hazırlanan sorular çoktan seçmeli olup her bir soru için beş cevap seçeneği bulunmaktadır. Seçeneklerin en kısa cümleden en uzun cümleye göre sıralanmasına özen gösterilmiştir (Haladyna, 1997).

Çoktan seçmeli soruların hazırlanmasında bir diğer önemli nokta ise olumlu ve olumsuz ifadelerin birlikte kullanılmasıdır. Burada özellikle olumlu ifadelerin olumsuz ifadelerden daha fazla sayıda olması ve olumsuz ifadelerinde koyu/ altı çizili olarak vurgulanması gerektiği belirtilmektedir (Haladyna, 1997). Bu durum dikkate alınmış ve düzenlemeler buna göre yapılmıştır. Yukarıda belirtilen tüm durumların kontrolü alanında uzman üç fen eğitimcisi tarafından yapılarak pilot çalışma için son hali verilmiştir. Buraya kadar bahsedilen kısımlar bu testin kapsam geçerliği kapsamında yapılan kısımlardır.

3.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT)

Farklı öğretim yöntem ve etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığa olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı çalışmalarda özellikle iki testin yaygın olarak kabul gördüğü ve kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu testlerden ilki 1966 yılında Torrance tarafından geliştirilen Torrance Yaratıcı Düşünme (TYDT) testidir (Torrance, 1967). İki sözel ve iki şekilsel olmak üzere dört bölümden oluşan TYDT; akıcılık, esneklik, özgünlük ve ayrıntınlık alt boyutlarından oluşmaktadır. Torrance' ın "Yaratıcı Düşünme Testi", bu güne kadar farklı alanlarda çok sayıda çalışmada kullanılmıştır (örneğin, Aslan, 2001; Öztekin, 2013). 1972 yılında yeni çalışmalarla geçerliliği yükseltilerek, sözel ve resim alt testlerinden oluşan iki paralel form haline dönüştürülmüştür.

Yaygın olarak tercih edilen diğer bir test ise; 2002 yılında Hu ve Adey tarafından öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini belirlemek amacıyla geliştirilen "Bilimsel Yaratıcılık Testi"dir. Test 2012 yılında Deniz Çeliker ve Balım tarafından Türkçeye uyarlanarak Türkiye alan yazınına kazandırılmıştır. Uyarlama çalışması sonucunda yedi maddelik BYT oluşturulmuştur (Deniz Çeliker & Balım, 2012).

Bu çalışmada; çalışmanın amaçlarına uygun olarak Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen ve Kadayıfçı (2008) tarafından Türkçe'ye uyarlanan yedi maddelik "Bilimsel Yaratıcılık Testi" kullanılmıştır. İlgili test maddeleri tek tek incelenmiş ve bu çalışmaya konu olan "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesine uygun hale getirilmiştir.

Uygun hale getirilirken Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen orijinal hal ile farklı araştırmacılar tarafından testin Türkçe'ye kazandırılmış halleri (Aktamış, 2007; Deniz Çeliker & Balım, 2012; Kadayıfçı, 2008) incelenmiş ve çalışmada tamamı dikkate alınmıştır. Orijinal testin Türkçe evirilerine bakıldığında bazı farklılıklar olmakla birlikte ana çerçevenin benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu incelemeler sonunda oluşturulan taslak form uzman görüşüne sunulmuştur. Her bir madde için görüş birliğine varılarak test maddelerine son şekli verilmiş ve Ek'5 te sunulmuştur. Bilimsel yaratıcılık testi maddeleri ile ilgili yapılan değişiklikler aşağıda sunulmaktadır.

Orijinal testte yer alan birinci soru olan “Bir cam parçasını bilimsel olarak hangi farklı şekillerde kullanabileceğinizi lütfen aşağıya yazınız.” sorusuyla ilgili olarak ana ereve korunmuş ve çalışma konusuna uygun olarak cam parçası olarak belirtilen obje pinpon topu olarak değiştirilmiştir.

İkinci soru için testin Türkçe evirileri incelenmiş, Türkçe evirilerden Aktamış'ın (2007) alışmasında yer alan esasa sadık kalınarak bazı küçük değişiklikler yapılarak yer verilmiştir. Buna göre “Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkânınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazınız” sorusundaki “Uzay gemisi” ifadesi “Zaman makinesi” olarak değiştirilmiştir.

Orijinal testte üçüncü soru olarak belirlenen “Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapmak mümkün olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız” sorusu çalışma konusuna uygun olarak yine ana çerçeveye sadık kalınarak değiştirilmiştir. Buna göre bu çalışmada kullanılması planlanan üçüncü test maddesi “Günümüzde kabul görmüş ve kullanılan periyodik tabloyu daha kullanışlı, ilginç ve güzel yapmak için ne gibi önerileriniz olabilir?” şeklinde değiştirilmiştir.

Türkçe uyarlamalarında farklılıklar bulunan dördüncü test maddesi konu içeriği dikkate alınarak tamamıyla değiştirilmiştir. Buna göre dördüncü soru “Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu?” sorusu “pozitif yükler negatif yükleriekmeseydi ne olurdu?” olarak değiştirilerek test içine yerleştirilmiştir.

Aktamış'ın (2007) alışmasında yer almayan, diğer iki test çevirisinde aynı şekilde yer verilen beşinci soru aynen alınarak kullanılmıştır. “Bir kareyi en fazla kaç farklı

yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz?” şeklindeki test maddesinin bu çalışmanın konu alanı ve amaçlarına da uygun olduğu düşünüldüğünden değişiklik yapılmasına gerek görülmemiştir.

Orijinal testte ve Türkçe çevirilerinde soru 6 olarak yer alan madde “Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz?” şeklindedir. Bu çalışmada da konu içeriğine uygun olarak bu soru “Size iki metal parçası verilseydi hangisinin daha aktif olduğunu nasıl test edersiniz?” şeklinde temel çerçeveye sadık kalacak şekilde değiştirilmiştir.

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin Türkçe kullanımlarına bakıldığında yedinci soru olarak öğrencilerden bir elma toplama makinesi tasarımları istenmiştir. Bu çalışmada ise çalışmanın amaçlarına uygun olarak öğrencilerden atom denilince zihninizde beliren modeli dikkate alarak bir atomun yapısını en iyi anlatabilecek bir atom modeli tasarımları istenmiş ve ilgili madde tamamıyla değiştirilmiştir. Pilot çalışma için hazır hale getirilen BYT Ek 4’te sunulmuştur.

Test ile ilgili olarak hazırlanan taslak çalışma üç fen eğitimi uzmanı tarafından incelenmiş ve uzman görüşleri sonucunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Son hali verilen yedi maddeden oluşan test formu çoğaltılarak pilot bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın örneklemini, 2015-2016 öğretim yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde bulunan rastgele olarak belirlenen bir lisede öğrenim gören 10. sınıf seviyesindeki, 48’i kız, 21’i erkek 69 öğrenci oluşturmuştur. Rastgele seçilmiş sınıflarda bulunan katılımcıların yaşları 15-17 arasında değişmiştir.

Pilot çalışma sonucunda test maddeleri puanlanırken, akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları ayrı ayrı hesaplanarak toplam puan elde edilmiştir. Niteliğine bakılmaksızın öğrencilerin verdikleri cevaplar sayılmış, yüzde değerleri hesaplanmış ve bu cevapların sayısı öğrencilerin akıcılık puanlarını oluşturmuştur. Orijinallik puanları oluşturulurken, cevapların tekrar edilme sıklığı ve yüzdesine göre puanlama yapılmıştır (Örneğin, tekrar edilme sıklığı %5’ten küçük olan cevaplar için 2 puan). Esneklik puanları hesaplanırken de; sorulara verilen cevaplar dikkate alınarak kategoriler oluşturulmuştur. Verilen cevapların kategori sayısı öğrencilerin esneklik puanını oluşturmuştur. Madde 6 ve Madde 7’de ise ortaya konan ürün veya yöntem ayrıca değerlendirilmiştir.

Pilot çalışma sonucunda katılımcılardan toplanan veriler SPSS 22 paket programı ile analiz edilmiş ve verilere ait frekans değerleri, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testinden aldıkları puanlara göre; aritmetik ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri belirlenmiş ve Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 14. Öğrencilerin BYT’den Aldıkları Puanların Betimsel İstatistikleri

Soru No	Katılımcı	Ortalama	S. sapma	En küçük	En büyük
1	69	4,06	2,69	.00	12,00
2	69	6,14	2,78	2,00	12,00
3	69	5,41	3,28	2,00	17,00
4	69	6,41	3,48	.00	19,00
5	69	4,41	2,21	.00	13,00
6	69	5,70	5,12	.00	24,00
7	69	7,55	3,89	.00	14,00
Toplam	69	39,67	14,24	19,00	78,00

Tablo 14’e göre pilot çalışmada öğrencilerin bilimsel yaratıcılık testinden aldığı toplam puanlar 19 ile 78 arasında değişmiştir. Test maddelerine bakıldığında, Soru-1 için katılımcıların verilen nesne ile ilgili olarak farklı bakış açıları ortaya koyamadıkları görülmüştür. Soru 2 ve Soru 3’te sıfır puan alan öğrencilerin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca Soru 2’de 35 katılımcı ortalama ve üzeri puan almıştır. Soru 3’te bir katılımcı 17 puan almış, diğer katılımcı puanları 2-17 arasında değişmiştir. Ağırlıklı olarak puanlar bu soruda 5-8 puan aralığında toplanmıştır. Soru 4’e bakıldığında öğrencilerin daha kullanışlı bir periyodik sistem ile ilgili farklı fikirler ortaya koydukları tespit edilmiştir. Bu soru için ortalama puan olan 6,41’in üstünde yer alan katılımcı sayısının 42 olduğu görülmüştür. Soru 5 için verilen cevaplar değerlendirildiğinde sadece iki öğrencinin soruya ilgisiz cevap vererek sıfır puan aldıkları görülmüştür. Diğer taraftan 39 katılımcının da yaklaşık olarak ortalama puan aldıkları tespit edilmiştir. Soru 6 incelendiğinde katılımcıların soru ile ilgili farklı yöntemler ortaya koyamadıkları ve katılımcılardan 11’inin ilgisiz veya boş bırakılmış ifade tercih ettikleri tespit edilmiştir. Yine aynı madde için 12 puan ve üstü alan öğrenci sayısının sadece yedi olduğu görülmüştür. Madde 7 için ortalama puan 7,55 olarak hesaplanmıştır. Katılımcılardan sadece ikisinin maksimum puan olan 14 puanı elde ettikleri görülmüştür. Tüm bu sonuçlara göre, pilot çalışmanın yapıldığı örneklem için testten alınabilecek maksimum ve minimum puanlar dikkate alındığında “orta düzeyde” bilimsel yaratıcılığa sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Tüm bu sonuçlar üç fen eğitimcisinin görüşlerine sunularak, üç fen eğitimi uzmanıyla birlikte değerlendirilmiştir. Daha sonra test maddelerinde gerekli düzeltmeler ve değişiklikler yapılarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan bilimsel yaratıcılık testini kullanarak çalışmalar yapan araştırmacılardan biri olan fen alan uzmanı Doç. Dr. Hilal Aktamış'tan görüş alınmıştır. Bu görüşler neticesinde özellikle Soru 7 ile ilgili öğrencilerin yaratıcı fikirler ortaya koyamadıkları ve soruların altında verilen örneklerden etkilendikleri tespit edilmiştir. Buna göre Soru 7, “*Kütlenin korunduğunu ispatlayacak bir deney düzenegi tasarlayınız. Deneyin her bir aşamasını resimler veya şekillerle açıklayınız. Düzenekte yer alan her bir araç veya maddenin isimlerini yazınız*” olacak şekilde tamamıyla değiştirilmiştir. Ayrıca, katılımcıların verilen örneklerin etkisi altında kalmasını önlemek için, ikinci soruya gelecekle ilgili başka bir örnek (*Gelecekte insanlar hastalıklarını nasıl tedavi edecekler?*) eklenmiştir. Pilot çalışma için hazırlanan “Bilimsel Yaratıcılık Testi” Ek-4’te ve düzeltmeler sonucu oluşturulan BYT son hal Ek-5’te sunulmaktadır.

Ayrıca çalışmada, BYT’den elde edilen puanların güvenilirliğini belirlemek amacıyla SPSS programı kullanılarak güvenilirlik analizi yapılmış ve Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı yorumlanmıştır. Cronbach alfa güvenilirlik katsayısının (.823) +1,00’e yaklaştığı görülmüş ve testin kendi içinde tutarlığının arttığı yorumu yapılmıştır (Tekin, 1996). Bir başka ifadeyle, bu testten katılımcıların aldığı puanların .823 düzeyinde gerçeği yansıttığı tespit edilmiştir. Hazırlanan bilimsel yaratıcılık testine ait Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı aşağıdaki Tablo 15’te gösterilmiştir. Tablo 15’te soru sayısının 17 olarak gözükmesinin sebebi ise soruların kendi içinde kategorilere ayrılması ve her kategorinin de ayrı ayrı puanlanmasıdır.

Tablo 15. BYT Pilot Uygulama Sonrası Cronbach Alfa Güvenirlik Katsayısı

Cronbach’s Alpha	Maddelerin standartlaştırılması sonucu Cronbach’s Alpha	Madde sayısı
.823	.872	17

3.3.3. Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Anketi

Veri toplama aracı olarak Lederman vd. (2002) geliştirdiği ve 2007 yılında Ayvacı tarafından Türkçe’ye uyarlanan “Bilimin Doğası Üzerine Görüşler Anketi-Form C (VNOS-C)” kullanılmıştır. VNOS-C, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimin doğasının boyutları açısından görüşlerini almak için kullanılmıştır. Bu boyutlar ikinci

bölümde açıklanmıştır. VNOS-C alanında uzman üç fen eğitimcisinin kontrolünden sonra kullanılmıştır. VNOS-C Ek-6'da sunulmuştur.

VNOS-C'de toplam dokuz soru yer almaktadır. Her bir soru bilimin doğası ile ilgili boyutlardan bir veya bir kaçını dikkate alarak oluşturulmuştur. Aşağıda Tablo 16'da bilimin doğasına ait boyutlar ve bu boyutların ilişkili olduğu sorular belirtilmektedir.

Tablo 16. Boyutlara Göre VNOS C Sorularının Dağılımı

No	Boyut Adı	Soru No
1	Bilimsel bilginin değişebilir doğası	4, 5, 6
2	Bilimsel bilgilerin deneylerden oluşması	1, 2, 3, 6
3	Bilimsel bilginin gözlemlere ve çıkarımlara dayalı olması	1, 2, 3, 6
4	Bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi	4, 7, 9
5	Teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki hakkındaki görüşleri belirlemek	4 ve 5
6	Sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkisi hakkındaki görüşleri belirlemek	7 ve 9
7	Hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi hakkındaki görüşleri belirlemek	6, 7, 8

Bilimin doğasına ait boyutlar ve ilişkili olduğu sorular yukarıda sıralanmaktadır. Burada da görüldüğü üzere bir boyut için birden fazla soru bulunmaktadır. Örneğin, “Bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi” boyutu ile ilişkili üç soru bulunmaktadır. Katılımcı cevapları bu boyutlar dikkate alınarak incelenmiş ve istenilen cevapların verilip verilmemesine göre değerlendirilmiştir.

3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Görüşme, insanların iç dünyasına girerek bir konu hakkında bakış açılarını anlamak, dışarıdan gözlenemeyeni ortaya çıkarmaktır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Görüşmenin asıl amacı, görüşülen kişinin çalışılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançları ayrıntılı olarak belirlemek ve ortaya çıkarmaktır (Çepni, 2009). Dolayısıyla bu çalışmada, öğretmen ve öğrencilerin derslerde gerçekleştirilen uygulamalar, STEM temelli etkinlikler ve genel olarak STEM eğitimi hakkında, görüşlerini ortaya çıkarmak için veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Öte yandan, bu çalışmada katılımcılardan (öğretmen ve öğrenciler) ayrıntılı bulgular toplamak için görüşme çeşitlerinden yapılandırılmış yerine yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmesinin sebebi araştırmacının görüşme esnasında tecrübesizliğinden kaynaklı olarak yeni sorular eklemek zorunda kalabilme durumunun olmasındandır (Merriam, 2013).

Bu kısımda, yarı yapılandırılmış görüşme ayrı iki başlık altında toplanmıştır. Birinci kısımda öğrenci görüşlerinin toplanmasında kullanılan “STEM Eğitimi ile İlgili Öğrenci Görüşmesi” ile ilgili bilgiler yer alırken, ikinci başlık altında öğretmen görüşlerinin toplandığı öğretmen görüşmesi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.3.4.1. STEM Temelli Ders Uygulamaları ile İlgili Öğrenci Görüşmesi

Bu çalışmada uygulama sonunda deney grubunda bulunan öğrencilerin uygulama sonrasında, araştırmada kullanılan STEM temelli etkinlikler ve uygulamanın geneline ilişkin görüşlerini tespit etmek amacıyla “STEM Eğitimi ile İlgili Öğrenci Görüşü Anketi” uygulanmıştır. Ceylan (2014)’ün çalışmasında da benzer olarak öğrenci görüşleri üç açık uçlu sorudan oluşan bir anket yoluyla toplanmıştır. Bu çalışmada da Ceylan (2014)’ün çalışması dikkate alınmakta birlikte, araştırmanın amaçlarına uygun olarak araştırmacı tarafından dokuz açık uçlu sorudan oluşan bir yarı yapılandırılmış görüşme formu geliştirilmiştir. Hazırlanan görüşme formu ile ilgili olarak fen eğitiminde uzman üç kişinin görüşleri alınmıştır. Ayrıca benzer sınıf seviyesindeki iki öğrenciye formda yer alan sorular okutularak, soruların anlaşılabilirliği ve okunabilirliği ile ilgili problemlerin olup olmadığı test edilmiştir. Uzman görüşü ve öğrenci ifadelerinden yola çıkılarak, sorular açıklık, uygunluk, yeterlilik gibi açılardan değerlendirilmiş ve gelen geri dönütler doğrultusunda gerekli görülen değişiklikler yapılmış ve STEM temelli ders etkinlikleri ve ders uygulamaları ile ilgili öğrenci görüşme formuna son şekli verilerek uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Örneğin uzman önerisi dikkate alınarak katılımcılardan uygulamanın ilginç yönleri ile ilgili düşünceleri istenmiştir. Görüşme formunun hazırlanması sırasında başlangıçta “Uygulamanın olumlu yönleri nelerdir?” şeklinde tek bir soru düşünülürken, daha sonra katılımcıların farklı düşüncelerini ortaya çıkaracağı düşünülerek görüşme formuna “Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur?” sorusu da eklenmiş ve ayrıca değerlendirilmiştir. İlgili görüşme formu Ek 7’de yer almaktadır. Öğrenci ve öğretmen görüşmelerinin sürecine ilişkin kısımlar çalışmanın iç geçerliği kısmında bahsedilmiştir (Başlık 3.7.2).

3.3.4.2. STEM Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşme Formu

Çalışmada kullanılmak üzere araştırmacı ve danışmanı tarafından daha önce geliştirilen görüşme formu aynen kullanılmıştır (Eroğlu & Bektaş, 2016). Bahsedilen

form geliştirilirken, öncelikle veri toplama araçları için süreçte ilk basamak olan, ilgili alan yazının taraması yapılmıştır. Alan yazında öğretmen görüşlerine yer verilen mevcut çalışmalardan bazıları (Siew, Amir & Chong, 2015; Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011) incelenmiştir. Bu bahsedilen çalışmalar da dikkate alınarak on dört soruluk bir görüşme formu ortaya çıkarılmıştır. Sorular açık uçlu soru formatına göre düzenlenmiş olup, bazı sorulara ait (5., 6., 8., 9., 10. ve 13. sorular) sondalar bulunmaktadır. Hazırlanan taslak form ile ilgili olarak fen eğitimi alanında üç akademisyen ve bir kimya öğretmeni olmak üzere dört uzmanın görüşleri alınmış ve bu doğrultuda formda gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Örneğin başlangıçta soruların tamamının kullanılması düşünülürken uzmanlardan gelen öneriler dikkate alınarak çalışmanın amacına hizmet etmediği düşünülen STEM tanımlanması ile ilgili sorular görüşme formundan çıkarılmıştır. Ayrıca, uygulayıcı kimya öğretmenin uygulamadan önce STEM alanında herhangi bir eğitim almadığı bilindiği için daha önceki STEM eğitimleri ile ilgili sorular da görüşme formundan çıkarılmıştır (1, 2, 3, 4, 5 ve 11. sorular). Ayrıca, araştırmacı ve danışmanı tarafından geliştirilen görüşme formu kullanılarak öğretmenlerin görüşleri alınmış ve bulgular ışında makale çalışması gerçekleştirilmiştir (Eroğlu & Bektaş, 2016). Bu sayede görüşme formunun amaca hizmet edip etmediği denenmiş olup, amaca hizmet ettiği ortaya konduğundan görüşme sorularından bir kısmı (6, 7, 8, 9, 10, 12, 13 ve 14. sorular) alınarak, aynen kullanılmaya devam edilmesine karar verilmiştir. Son olarak görüşme formuna “STEM temelli etkinlikleri kullanacak kimya öğretmenlerinin herhangi bir yeterliliğe sahip olması gerekliliğini düşünüyor musunuz? Neden?” ile “Derslerinizde bundan sonra STEM temelli etkinliklere yer vermeyi düşünüyor musunuz?” şeklinde iki soru eklenmiştir. Değişikliklerden sonra, sekiz açık uçlu sorudan ve bazı sorulara ait sondalardan (2 ve 3. sorular) oluşan STEM eğitimi ile ilgili öğretmen görüşme formuna son şekli verilerek kullanıma hazır hale getirilmiş ve Ek 8’de sunulmuştur.

3.3.5. Yarı Yapılandırılmış Sınıf Gözlemi

Gözlem, insan davranışlarını kendi doğal ortamı içerisinde bütüncül bir şekilde açıklamak ve tanımlamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 200). Bu çalışmada da sınıf ortamını doğru tanımlayabilmek ve uygulayıcı kimya öğretmenin STEM etkinliklerini ve geleneksel öğretim yöntemini uygulayıp uygulamadığına karar verebilmek amacıyla gözlem kullanılmıştır. Bir deney grubu ile

bir kontrol grubunda uygulamalar araştırmacı tarafından, diğer gruplarda ise araştırmacıdan farklı bir uygulayıcı (o sınıfların derslerine giren kimya öğretmeni) tarafından uygulama gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının aynı zamanda uygulayıcı olması nedeniyle, bu durumun çalışmanın i geçerlik açısından bir tehdit oluşturmasını önlemek için ders uygulamaları esnasında fen eğitiminde uzman doktora yapan bir araştırma görevlisi tarafından dersler gözlemlenmiştir. Burada amaç deney ve kontrol gruplarında belirlenen planlama ve hedefler doğrultusunda çalışmaların yürütölüp yürütölmediğini kontrol etmektir. Ayrıca, araştırmacıdan kaynaklı ortaya çıkabilecek yanlılıklar da bu yolla engellenmiş olacaktır. Gözlemcinin sınıf ortamını doğru değerlendirebilmesi için araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış bir gözlem formu oluşturulmuş ve bu form Ek 9 olarak sunulmuştur.

Gözlem formu oluşturulurken araştırmanın hedefleri dikkate alınmıştır. Ayrıca alan yazındaki benzer çalışmalarda incelenerek (Bektaş, 2011) gözlem formu oluşturulmaya çalışılmıştır. Fen eğitiminde uzman üç kişi inceledikten sonra bu forma son hali verilmiştir. Buna göre gözlem formu 21 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde için “Daima”, “Bazen” ve “Hiçbir zaman” seçenekleri bulunmaktadır. Gözlem formunu oluşturan ifadeler; geleneksel sınıflar için maddeler (madde 13, 14, 18, 21), STEM-ÖS (STEM öğretim stratejisi) ile ilgili maddeler (madde 4, 6, 9, 10, 15, 17, 19, 20) ile her ikisi içinde ortak olan maddeler olmak üzere (madde 1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 16) üç kısımdan oluşturulmuştur. Deney ve kontrol grupları derslerde ayrı ayrı gözlenmiştir. Deney grubunda bulunan “B sınıfı” için toplam on iki, “C sınıfı” için ise on dört saat gözlem yapılmıştır. Diğer taraftan, kontrol grubunda bulunan “A sınıfı” için toplam altı, “D sınıfı” için ise dört saat gözlem yapılmıştır. Araştırmacı, diğer uygulayıcı kimya öğretmeninin gerçekleştirdiği derslerin tamamına yardımcı gözlemci olarak katılmış ve bazı derslerde araştırmacı da gözlem yapmıştır. Bu derslerde araştırmacı gözlemci gibi gözlem formu kullanarak herhangi bir puanlama yapmamıştır.

Kontrol grupları da ayrıca gözlenmiş ve onlar içinde gözlem formu uygun şekilde doldurulmuştur. Kontrol ve deney grubu sınıflarında yapılan gözlemleri desteklemek ve eksik kalınabilecek nokta da doğru değerlendirme yapabilmeyi sağlamak için sınıflarda yapılan uygulamalar video ile kayıt altına alınmıştır.

3.3.6. Ders Planları

Ders planları, uygulamanın gerçekleştirilmesi esnasında yol gösterici, destekleyici ve çalışmayı düzenleyici bir etkiye sahip olduğu için stratejik bir öneme sahiptir (Demirel, 1999). Dolayısıyla iyi hazırlanmış ders planları çalışmanın sorunsuz bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlarken, amaca hizmet etmeyen bir ders planı çalışmada aksaklıkların yaşanmasına sebep olabilmektedir (Kızıltepe, 2002). Ders planlarının çalışma üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulduğundan bu çalışma için ayrıntılı bir ders planının oluşturulmasına karar verilmiştir.

Araştırmanın deney grubuna dokuzuncu sınıf kimya dersi “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesi kapsamında STEM-ÖS yaklaşımını temel alan etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Konunun öğretiminde kontrol grubu öğrencilerine ise, mevcut ortaöğretim kurumları Kimya dersi öğretim programına dayalı öğretim yaklaşımı uygulanmış ve Milli Eğitim Bakanlığı Kimya ders kitabı kaynak materyal olarak kullanılmıştır. Her iki öğretim stratejisi için de kazanımlar dikkate alınarak ders planları oluşturulmuş olup, kontrol grubu için uygulama öncesi planlanarak hazır hale getirilen ders planı Ek-10’da sunulmuştur. Diğer taraftan deney grubunda ders planı ile ilgili süreç ayrıntılı olarak ayrıca incelenmiştir. Çalışma hem deney hem de kontrol grubunda 2016- 2017 öğretim yılı birinci dönem Kasım ayının ikinci haftası başlamış ve 10 hafta boyunca toplam 20 ders saatini kapsayacak şekilde sürmüştür. Aşağıdaki bölümde deney grubu ders planlarının hazırlanma, pilot uygulama ve asıl uygulama süreci ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

3.3.6.1. Deney Grubu Ders Planlarını Hazırlama, Pilot Uygulama ve Asıl Uygulama Süreci

Araştırmanın deney grubuna dokuzuncu sınıf kimya dersi “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesi kapsamında STEM-ÖS yaklaşımını temel alan etkinlikler tasarlanmıştır. Etkinliklerin hazırlanması aşamasında, alan yazın taranmış, kaynak kitaplar ve internet araçlarından yararlanılarak gerçekleştirilebilecek etkinliklerden oluşan bir etkinlik havuzu oluşturulmuştur. Etkinlik havuzundan ders planını hazırlamak için seçilen kaynaklar Ek 10’da belirtilen ders planı örneklerinin içerisinde yer almaktadır. Belirlenen etkinlikler için fen eğitiminde uzman üç kişinin uzman görüşüne başvurulmuş ve uygun olabilecek etkinlikler belirlenmiştir.

Ders planları iki ders saati (40+40 dk) olarak hazırlanmış olup çalışma için toplam sekiz haftalık planlama yapılmıştır. Her hafta için hazırlanan planlar ve uygulamada kullanılacak etkinlikler tez danışmanı ile birlikte ayrıntılı olarak incelenmiştir. Her bir hafta için en az iki oturum bir araya gelinerek irdellemeler yapılmış ve gerekli görüldüğünde değişiklik ve düzeltmeler gerçekleştirilmiştir. Örneğin, birinci hafta yapılması planlanan kütlenin korunumu ile ilgili etkinliğin zamanlama olarak sıkıntı yaratacağı düşünüldüğünden planlamadan çıkarılmıştır. Ayrıca, deney grubunda konu içeriklerinin planlaması konusunda da bazı değişiklikler yapılmıştır. Buna göre, beşinci hafta gerçekleştirilmesi gereken atom modellerinin tarihsel gelişimi uygulamanın bütünlüğünü sağlamak amacıyla ilk hafta gerçekleştirilmiştir.

Çalışma takviminde on hafta olarak belirtilen çalışma için sekiz hafta uygulama ve iki hafta ön test/ son test uygulama olarak ayrılmıştır. Bütün bunlara ek olarak sadece deney grubunda 5. ve 8. haftadan sonra toparlama ve proje sunumları için iki haftalık ek çalışma yapılmıştır.

Deney grubu için hazırlanan ders planları ile ilgili çalışma öncesi Eylül (2016) ayında bir pilot ders uygulaması gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama aynı ünitenin işlendiği on birinci sınıf öğrencileriyle, iki farklı sınıfta dört saat şeklinde yapılmıştır. Pilot uygulama sonucunda, öğrencilerden gelen dönütlere göre süre ayarlaması yapılmış, bir süre kısıtlaması getirilmiş ve ders planlarında bazı değişiklikler yapılmıştır. Örneğin, öğrencilere ilk hafta etkinliği olarak izlettirilmesi planlanan Einstein'in büyük fikri belgeseli başlangıçta 32 dakika olarak planlanmış, pilot uygulamadan sonra süre kısaltılarak 23 dakikaya indirilmiştir. Yapılan pilot uygulama bununla da sınırlı olmayıp, ders uygulamasında kullanılması düşünülen video veya animasyonlardan, pilot uygulama yapılan sınıflarda da faydalanılmış ve amaca hizmet etmediği düşünülen bazı etkinlikler uygulama kapsamından çıkarılmıştır. Örneğin, çalışmanın başında her bir gruba önceden hazırlanmış 10 cm uzunluğundaki bakır teller verilerek, bu telleri mümkün olduğunca küçük eş parçalara bölmeleri istenip, buradan "atom" kavramına geçilmesi planlanmıştır. Pilot uygulama sonrasında bu etkinlik planlamadan çıkarılmıştır.

Ders planları başlıklar halinde bölümlere ayrılmış ve uygulama öncesinde bahsedilen başlıkların altı doldurulmuştur. Hazırlanan ders planında yer alan başlıklar aşağıda sıralanmaktadır.

- Hedef/ Kazanımlar
- Kullanılan Materyaller
- Kaynaklar
- Problemin Sunumu: (Bu dersin tamamında odak noktamız olacak problem nedir ve bunu öğrencilere dersin başında nasıl sunacağız?)
- Ders İçeriği

Ders içeriği, giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme olmak üzere 5E öğrenme stratejisinin işlem basamaklarına uygun olarak düzenlenmiştir. Giriş basamağında, öğrencilerin motivasyonlarını arttırmak ve dikkatlerini derse çekmek için çeşitli etkinliklere ile merak uyandıran sorulara yer verilmiştir. Keşfetme basamağında, öğrencilerin hedeflenen kazanımı kendilerinin keşfetmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Bu aşamada öğrencilere hedef kazanım söylenmeden hissettirilmiştir. Bu amaçla çalışmada; araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikler, yönlendirici sorular veya çeşitli videolar kullanılmıştır. Açıklama basamağında, keşfetme basamağındaki etkinliklerle ilişki kurularak ortaya çıkan sonuçların ders öğretmeninin yönlendirici soruları ile öğrenciler tarafından ortaya konması amaçlanmıştır. Bu basamakta, araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma kağıtlarını öğrencilerin doldurarak kendi açıklamalarını kendilerinin yapmaları beklenmiştir. Yine bu aşamada sınıfta tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin tartışarak sonuçlara ulaşmaları sağlanmıştır. Derinleştirme basamağında, öğrencilerin öğrendiklerini farklı alanlarda kullanarak konuyu derinlemesine irdelemeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Bu basamak için hazırlanan çeşitli etkinlikler, çalışma kağıtları, görsel materyaller, video gibi materyaller kullanılarak öğrencilerin süreçte etkin katılımları sağlanmıştır. Son olarak değerlendirme basamağında, konunun pekiştirilmesi, kalıcılığının sağlanması için öğrenilenlerin tekrarı yapılmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için hazırlanan etkinliklerin bir kısmı dersin sonunda, bir kısmı da ev ödevi olarak verilmiştir. Uygulaması gerçekleştirilen örnek etkinlik ve çalışma kağıtları Ek 10 olarak verilmiştir.

STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine yönelik olarak “Atom ve Periyodik Sistem” konusunda etkinlikler hazırlanmıştır. STEM’i derslere entegre ederken kimya (fen) alanı merkeze alınmıştır. Kimya alanının yanına diğer disiplinlerden (teknoloji, matematik ve mühendislik) en az biri çeşitli şekillerde dahil edilerek ders entegrasyonu gerçekleştirilmiştir (bağlam entegrasyonu). Burada özellikle dört alanında bir arada kullanılması gibi bir zorunluluk olmadığına altı çizilmiş ve ders planlamaları da bu esasa göre şekillendirilmiştir. Disiplinler arası yaklaşım ortaya konarken 5E öğrenme stratejisinin basamakları (giriş, keşfetme, açıklama, değerlendirme ve derinleştirme) ayrı ayrı düşünülmüştür. Mümkün olduğunca her bir basamak için disiplinler arası yaklaşıma uygun olarak en az iki disiplinin bir arada kullanılmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca, her hafta gerçekleştirilen uygulama ve etkinliklerde çalışmanın diğer bağımlı değişkenleri olan bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına ait boyutlar yer alacak şekilde ders planlaması gerçekleştirilmiştir. Örnek uygulaması gerçekleştirilen ders plan örnekleri Ek 10’da sunulmuştur.

3.3.6.2. Deney Grubunda Uygulama

Bu çalışmada sınıf 1 ve sınıf 2 deney grubu olarak belirlenmiştir. Sınıf 1 “B” kodu ile sınıf 2 ise “C” kodu ile gösterilmiştir. Her iki sınıfta da otuz dört (34) öğrenci vardır. Sınıf 1’in derslerine araştırmacı, sınıf 2’nin derslerine ise o sınıfın kimya öğretmeni, uygulayıcı olarak girmiştir. Deney grubunda yer alan uygulamalarda öğretmenler, STEM temelli ders etkinliklerini 5E öğrenme döngüsü modeline uygun olarak derslerinde uygulamışlardır. Ders öğretiminde öğretmenler araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik planlarını ve yine önceden belirlenen ders materyallerini kullanmışlardır. Deney grubu için kullanılan bütün ders planları Ek 10’da yer almaktadır. Bu ders planı içerisinde yapılacak etkinlikler ve kullanılacak materyaller ile ilgili gerekli bilgi ve dokümanlar bir dosya halinde uygulayıcı öğretmene verilmiştir. Araştırmacı dışındaki uygulayıcı öğretmen, uygulama öncesinde konu ile ilgili bilgilendirilmiş ve uygulamalarla ilgili bazı noktalarda öğretmenin de görüşlerine başvurulmuştur. Öğretmenlerden alınan dönütler değerlendirilmiş ve öğretmenin sıkıntı yaşamaması için problem oluşturabilecek noktalar uygulamanın başında çözülmüştür. Öğretmenin derslerine araştırmacı her hafta dâhil olmuş, ders ile ilgili gözlemler yapmıştır. Her hafta ders sonrasında gözlemlerinden yola çıkarak öğretmen ile

görüşmeler gerçekleştirmiştir. Gerekli gördüğü noktalar ile ilgili yapıcı eleştiriler yapmış ve ek destek sağlamıştır.

Her hafta gerçekleştirilen uygulamalarda öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerini olumlu yönde geliştirmeye yönelik kısımlar bulunmaktadır. Bunun dışında STEM'in dayandığı temel disiplinlerin (fen, matematik, mühendislik ve teknoloji) en az ikisini içerecek planlamalar yapılmasına dikkat edilmiştir. Aşağıda deney gruplarında gerçekleştirilen çalışmalar hafta hafta başlıklar altında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.3.6.2.1. Birinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Bir önceki dersten öğrencilerin beş veya altı kişiden oluşan altı gruba ayrılması istenmiş ve grupların oluşturulmasında sorun yaşayan öğrencilere yardımcı olunmuştur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların ve uygulama sınıfının düzenlenmesi sağlanmıştır. Deney grubu için uygulamalar grup çalışmasına daha uygun olduğu düşünülen laboratuvar sınıfında gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere dersin başında derse bağlanmaları ve keşfetme basamağındaki yapacakları deneye hazırlanmalarını sağlamak için dikkat çekici sorular yöneltilmiştir.

Dersin 5E'ye göre keşfetme basamağında atom kavramının gelişimi konusunda, öğrencilerde bilimin doğasını oluşturan temel ilkelerle ilgili farkındalık yaratmak amacıyla, "Pandoranın Kutusu Etkinliği" gerçekleştirilmiş ve kutunun içindekileri bilimsel işlem basamaklarını takip ederek tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrenciler tahminlerde bulunurken ellerinde bulunan ilgili çalışma kağıtlarına da topladıkları verileri ve edindikleri gözlemleri yazmaları ve çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Her grubun bir model tasarlaması sağlanmış ve etkinlik bitirilmiştir. Etkinlik sonunda öğrencilerin çalışma kağıdındaki soruları cevaplaması istenmiş ve cevaplar sınıf içinde gruplar tarafından okunarak sınıf içi tartışma ortamı oluşturulmuştur. Katılımcılar tarafından doldurulan örnek bir çalışma kâğıdı Şekil 5'te verilmiştir.

Tahmin Süreci:

Toplanan veri ve edinilen gözlemler:

Kutuya ilgili gözlemler; Grup anka davalanım ile birlikte kutuyu salladık içinden gelen sesi dinledik, kutunun içinde metal olabileceğine karar verdik, mik batis kullanmak bu tahmin doğruluğunu kanıtladık.
Kutunun ağırlığını ölçtük, Tekrar tahminlerde bulunduk

Oluşturulan hipotezler:

1-İçinde metal parça bulunmakta
2-Çıkan seslere göre mink maddeler var

"Pandora'nın Kutusu" etkinliği ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Çıkarım ile gözlem arasındaki farkı var mıdır? Fark olduğunu düşünüyorsanız bu farkı kısaca açıklayınız.

fark vardır. Gözlem incelemektir. Çıkarım gözlemler sonucu yaptığımız tahminlerdir

2. Sizce "hipotezler tam olarak gerçeği ortaya çıkarmaktadır" ifadesi doğru olarak kabul edilebilir mi? Cevabınızı açıklayınız.

Hayır. Hipotezler sorun için bulunan geçici çözüm yoludur. Tutmazsa hipotez değişir.

3. Sizce atom modellerinin ortaya çıkışında da bilim adamlarının benzer basamaklar takip etmiş olabilirler mi? Açıklayınız.

Olabilirler. Sonuçta incelenen maddeler aynı uzun gözlemler sonucunda benzer basamaklar takip etmiş olabilirler.

Şekil 5. C28'e ait "Pandoranın Kutusu Etkinliği" çalışma kağıdı örneği

Ayrıca, yukarıda bahsedilen kutu etkinliği ile STEM'e ilişkin kazanımlar da vurgulanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamalar ve etkinlikler yolu ile öğrencilerin STEM'in temelini oluşturan disiplinler arası yaklaşıma uygun olarak farklı disiplinleri ders içinde kullanmaları sağlanmıştır. STEM'in fen boyutu merkez disiplin olarak kabul edilmiş ve kimya dersine ait atomun yapısı ile ilgili kazanımlar merkeze alınmıştır. Gerçekleştirilen etkinliklerin tamamında STEM'in fen boyutu mevcut olup, etkinlikler kimya alanı atom ve periyodik sistem konusu üzerinden geliştirilmiştir. Öğrenciler "Pandoranın Kutusu Etkinliğinde", atom modellerinin ortaya çıkma süreçlerini bilim insanlarının takip ettikleri işlem basamakları üzerinden kendileri de deneyimlemeye çalışmışlardır. Bu sayede fen boyutu vurgulanırken, diğer taraftan öğrenciler hipotezler oluşturmuş, mevcut ilişkileri ortaya koymuş, kutu içinde yer alan nesnelere tahmin edebilmek için ölçümler gerçekleştirmiştir. Bu yapılan çalışmalar STEM'in matematik alt disiplinine hizmet etmiştir. Burada eğitim teknolojilerinden

yararlanılarak, ders içinde video gibi teknolojik ders materyalleri kullanılmıştır. Son olarak mühendislik disiplini ile ilgili karşılıklarına çıkan bir probleme çözüm yolları aramışlardır. Kutu etkinliğinde öğrencilerden kutu içindeki, nesnelere tahmin etmeleri ve tahminlerini destekleyecek deliller ortaya koymaları istenmiştir. Öğrenciler bu noktada tartma, ışığa tutma, mıknatıs yaklaştırma gibi yöntemler kullanarak kutu içindeki nesnelere bulmaya çalışmış, gerçek bir probleme çözüm aramışlardır.

Ayrıca, kutu etkinliği ile öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bir başka ifadeyle, etkinlik 1 içinde yer alan işlem basamakları (hipotezin test edilmesi ve kutu içinde ne olduğunu belirleme) sırasında öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını kullanmaları sağlanmıştır. Kutu içindeki nesnelere tahmin etme sırasında ortaya koydukları çok sayıda çözüm önerisi ile bilimsel yaratıcılığın akıcılık, en son oluşturdukları model ile de bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutunu geliştirmek amaçlanmıştır.

Dersin açıklama aşamasında ise, öğretmen öğrencilerle birlikte model oluşturma basamaklarını sıralamış ve bilimsel bilgilerin oluşturulmasında modellerin neden önemli bir yere sahip olduğunu açıklamıştır (STEM'in fen boyutu).

Öğrencilerin bilimsel bilginin oluşma sürecini daha derinlemesine kavramalarını sağlamak amacıyla genişletme basamağında Etkinlik 2 gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda eğitim teknolojilerinden destek alınarak “Einstein'in Büyük Fikri” isimli belgesel film öğrencilere izlettirilmiştir. Daha sonra içerikte yer alan olayların ilişkili olduğu bilimin doğası ve boyutlarının tamamının vurgulandığı çalışma kağıdı, öğrencilere verilmiş ve doldurmaları istenmiştir. Bu etkinlik yoluyla öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının da geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yukarıda bahsedilen belgeselde bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılıklarını nasıl kullandıkları ile ilgili kısımlarda gerekli vurgular yapılmış ve bilim insanı örneklerinden yola çıkarak orijinallik boyutu üzerinde durulmuştur.

Değerlendirme aşamasında “Aynı sonuçları atom modelleri ve bu modellerin tarih içinde gelişimi içinde düşündüğümüzde benzer sonuçlara ulaşabilir miyiz?” sorusu sorularak bir tartışma ortamı yaratılmış ve öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Hazırlanan Etkinlik 3 ile “Atom Modelleri” çalışma kağıdı öğrencilere verilerek ilgili soruları cevaplamaları istenmiştir. Örnek bir çalışma kağıdı aşağıdaki Şekil 6’da gösterilmiştir.

1. Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler zaman içinde değişebilir mi?
Evet değişebilir. Bilimde kesin kurallar yoktur mutlak değildir.

2. Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler deney ve gözlemlerden sonucu ortaya çıkmış olabilir mi?
Evet zaten deney ve gözlem sonucu ortaya çıkmıştır. Gözlemsiz bilim olamaz.

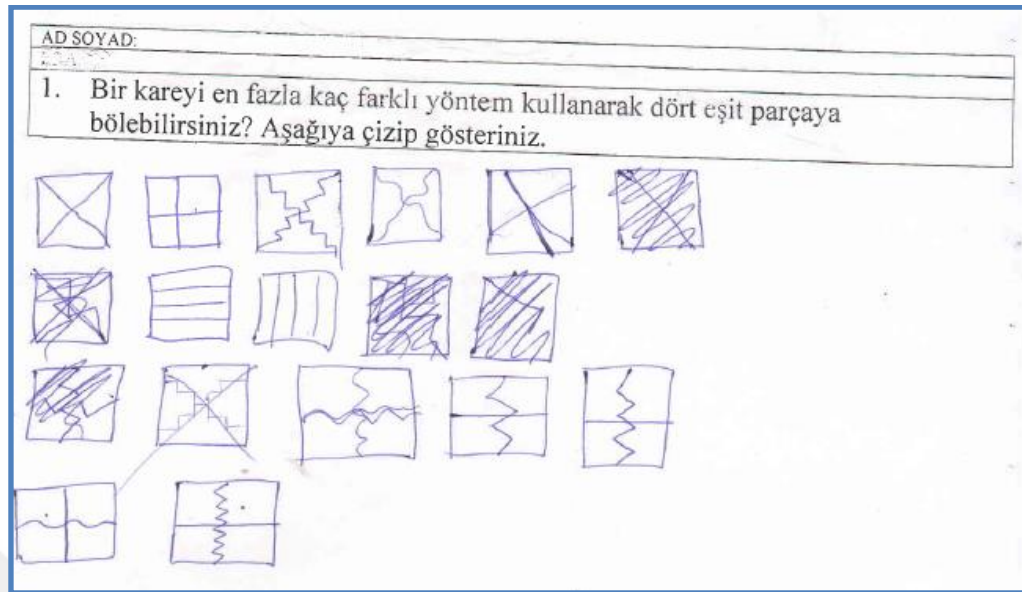
3. " Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler gözlem ve çıkarımlara dayanır." ifadesinin doğruluğu hakkında ne söylenilebilir?
Yani atom modelleri gözlemler sonucu ortaya atılan bir fikirdir. Sabitli kanıtlı bir fikirdir.

Şekil 6. Hale'ye ait Atom modeller çalışma kağıdı örneği

Etkinlik 3 yoluyla öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki düşünceleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışma kâğıdında yer alan sorular bilimin doğasına ait boyutları içerdiğinden, öğrencilerin atom modellerinin ortaya çıkışı ile bilimin değişebilir doğasını ilişkilendirmeleri amaçlanmıştır.

3.3.6.2.2. İkinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Dersin başında öğrencilerin dikkatini derse çekmek amacıyla (keşfetme basamağı) önlerine birer A4 kâğıdı konulmuş ve bu kağıda bir kareyi farklı şekillerde bölecek çizimler yapmaları istenmiştir. Daha sonra gerçekleştirilen çizimlerden yola çıkılarak Demokritus'un atom ile ilgili fikirlerini ortaya koyarken benzer çıkarımlar yapmış olabileceği ile ilgili öğrencilerle birlikte mantıksal çıkarımlar ortaya konmuştur. Bu çalışma ile öğrencilerin bilimin doğası (bilimsel bilgi mantıksal çıkarımlara dayanır) ile ilgili görüşleri ile bilimsel yaratıcılık becerilerinin (akıcılık ve orijinallik) gelişmesi amaçlanmıştır. Aşağıda örnek bir çizim kağıdı Şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7. B7'ye ait örnek çizim kağıdı

Deney grubunda yapılan ikinci hafta etkinlikleri ile atom kavramının gelişimi ana hatlarıyla ele alınmıştır. Bu amaçla, temel olan kavramlar tanıtılarak işe başlanmıştır. Etkinlik 1 olarak, kimyanın temel kanunlarından olan kütlelen korunumu ve sabit oranlar kanunları ile ilgili videolar STEM'in fen boyutunu eğitim teknolojileri ile destekleyerek öğrencilere izlettirilmiştir. Fen boyutunda kimyanın temel kanunlarından olan kütlelen korunumu ve sabit oranlar kanunları ile ilgili teorik yapı öğrencilere verilmeye çalışılmıştır. Daha sonra videodaki sonuçlardan yola çıkılarak STEM'in matematik boyutunu kazandırmak amacıyla öğrenciler çalışma kağıtlarında matematiksel hesaplamalar yapmışlardır. Burada da eğitim teknolojileri yardımıyla STEM'in matematik boyutu vurgulanmıştır. Kimyanın temel kanunları ile ilgili çalışmalar yoluyla ayrıca bilimin doğasına ait "Teori ve kanun ilişkisi" boyutu da vurgulanmıştır.

Etkinlik 2 olarak, Dalton'un hayatı irdelenmiştir. Bununla ilgili hazırlanan okuma metni ve çalışma sorularından oluşan bir çalışma yaprağı öğrencilere verilmiştir. Bu yolla onların bilimin doğası ile ilgili temelleri bir bilim adamının hayatı üzerinden irdemeleri sağlanmıştır. Örnek çalışma kağıdı aşağıdaki Şekil 8'de verilmiştir.

2. Dalton'un hangi kişisel özellikleri bilimsel çalışmalarını etkilemiş olabilir? Örneklerle açıklayınız.

Bağımsız düşünme yeteneği, Serpi gücü
Kurama ulaşma yeteneği

3. Dalton'un yaşadığı toplumun bilimsel çalışmaları üzerine etkisi olmuş olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.

tabii olabilir mesela daltonun evli olmaması
Onun daha çok gelişmesine engel olmuş olabilir eğer evli
olaydı ve karısı onu destekleseydi daha ileride gidebilirdi

4. Dalton bilimsel çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.

evet yararlanmış olabilir iesti yunonluların atom
teorisinden yararlanarak ve üstüne kendi yaratıcılık
derecesi kadarında bilgiler ekleyerek modern atom teorisini
bulmuşlar

5. Dalton bilimsel çalışmalarında deney ve gözlemden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.

evet olabilir örneğin kateksimant katyonu oluşturmuş
ve diğer bilimadamlara tartışarak bunı tehisini kazanmış

6. Dalton bilimsel çalışmalarında gözlem ve çıkarımların yeri nedir? Örneklerle açıklayınız.

gözetim ve çıkarımlar her bilimsel çalışmada
çok önemlidir

Şekil 8. Aslı'ya ait Dalton'un hayatı çalışma kağıdı örneği

İkinci haftanın sonunda atomun tarihsel gelişimi ve atom modelleri ile ilgili verilen proje ödevi hakkında tartışmalar yürütülmüş ve STEM'in mühendislik boyutuna vurgu yapılmıştır. Bu proje çalışması ile öğrencilerden farklı materyaller kullanarak tasarım oluşturmaları istenmiş ve oluşturdukları tasarımlar daha sonraki haftalarda sınıf ortamında tartışılmıştır. Burada mühendislik boyutu kapsamında öğrencilerin tasarım yapmaları istenmiştir. Fakat atom ve periyodik sistem konusu içerikleri açısından bakıldığında öğrencilerden beklenen tasarımların sınırlı olarak esneklik içerdiği görülmektedir. Bu durum çalışmanın sınırlılıkları kısmında ifade edilmiştir. Dolayısıyla, burada öğrencilerden beklenen, mevcut konu içeriğine sadık kalarak kendi farklı bakış açılarını tasarımlarına eklemeleri ve farklı materyaller kullanarak farklı ürünler ortaya koymalarıdır. Aynı verilere dayanarak öğrenciler tarafından ortaya konan ürünler yoluyla öğrencilerin bilimin doğasına ait; bilimsel bilginin nesnelliği, bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması ve bilimsel bilginin bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığına bağlı olması gibi boyutlar hakkındaki düşüncelerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Bilimin doğası hakkında bir diğer önemli vurgu ise, tarihsel gelişimin bütünsel olarak öğrenciler tarafından tarihsel gelişim ile

ilgili ürüne dönüştürülmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Burada bilimsel bilginin mutlak olmadığı, değişebilir özellikte olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, proje etkinliği yoluyla öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi de hedeflenmiş olup, ortaya çıkan farklı materyallerden oluşturulan ürünler ile bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutunun geliştirilmesi hedeflenmiştir

3.3.6.2.3. Üçüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Üçüncü hafta etkinlikleri ile öğrencilerin atom kavramının tarihsel gelişimini zihinlerinde canlandırmaları sağlanmıştır. Bu amaçla, sınıfa basit sürtünme deneyini gerçekleştirebilecek malzemelerle gelinerek, bu malzemelerle neler yapılabileceği öğrencilere sorulmuştur. Deney gerçekleştirilmiş ve deney üzerinden maddenin tanecikli yapısı irdelenmiştir. Daha sonra öğrencilere elektroliz deneyi yapılarak maddenin yapısını yüklü taneciklerin oluşturduğu sonucuna varmaları sağlanmıştır. Gerçekleştirilen bu deneyler ile STEM'in fen boyutu işletilmeye çalışılmıştır. Yine, deney etkinliği ile bilimin doğasına ait “Bilimsel bilgiler deney ve gözlemlere dayanır” boyutuna vurgu yapılmıştır. Deney sonrasında, deney ile deneyi tasarlayan bilim insanı ilişkilendirilmiştir. Faraday ile ilgili hazırlanan çalışma kağıdı yoluyla bilimin doğasına ait boyutlar vurgulanmıştır.

Üçüncü hafta ikinci etkinlik olarak Crooks tüpü ve çalışması ile ilgili öğrencilere bir video izlettirilmiştir. Video gibi teknolojik bir aracın derslerde kullanımı STEM'in fen boyutunu desteklemeyi amaçlamaktadır. Yine aynı etkinlikte, atomun elektriksel yapısına ilişkin ne tür deliller bulunduğu öğrencilere sorulmuştur. Katot ışınlarının özellikleri hakkında neler söyleyebilecekleri sorularak öğrencilerden gelen cevaplar tahtaya yazılmıştır. Bu yolla öğrencilerin çok sayıda yaratıcı fikir üretmeleri sağlanmıştır (akıcılık ve esneklik boyutu). Öğrencilerin video içeriklerinden yararlanarak cevaplayabilecekleri soruların ve deneye konu olan tüpü geliştiren Crooks'un hayatına dair bilgilerin yer aldığı etkinlik kağıdı öğrencilere dağıtılmıştır. Etkinlik kağıdı ile öğrencilerin, bilim insanının hayatından ve gerçekleştirdiği deney tasarımıyla bilimin doğasına ait, bilimsel bilginin deney ve çıkarımlara dayalı olması, bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığına bağlı olması gibi boyutlar hakkındaki düşünceleri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Thomson'dan bahsedilerek atom altı taneciklerden olan elektron ile ilgili çalışmaları Crooks ve Milikan'ın çalışmaları ile ilişkilendirilerek ortaya konmuştur. Burada, bilimin doğasına ait bilimsel bilginin bilim insanının özelliklerinden (deneyimlerinden) etkilenmesi boyutu vurgulanmıştır. Ayrıca, yine Thomson'ın elektronun yükü ve kütlesi ile ilgili yaptığı hesaplamalar, derste öğrencilerle birlikte yeniden yapılmış ve elektronun tanecik büyüklüğü, başka büyüklüklerle (örneğin bir toz şeker taneciği) karşılaştırılmıştır. Bu yolla, STEM'in matematik boyutu vurgulanmıştır.

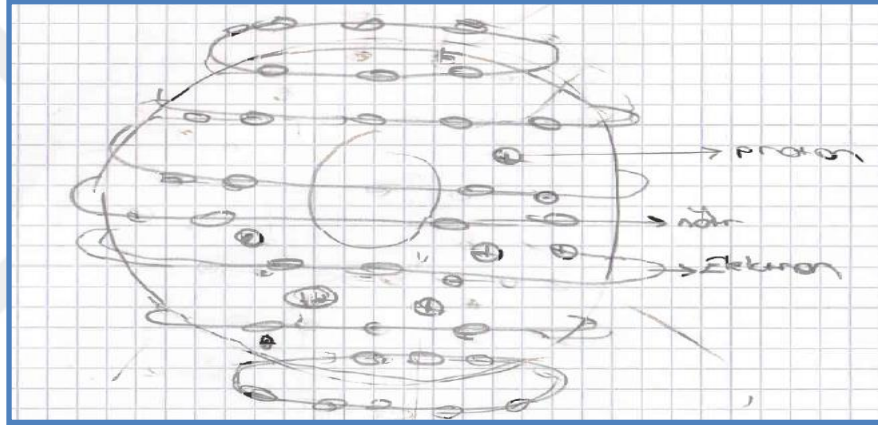
Ayrıca dersin devamında da, bir önceki hafta öğrencilerin araştırarak cevaplamaları için verilen atomun tarihsel gelişimine katkı sağlayan bilim insanlarının (Millikan vd.) hayatları ve bilimsel çalışmaları ile ilgili çalışma kağıtları derste irdelenmiştir. Bu yolla bilimin doğasına ait bilim insanının özellikleri, bilimsel bilginin sosyo kültürel değerlerden etkilenmesi ve bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığı gibi boyutlar vurgulanmıştır. Özellikle burada Millikan yağ damlası deneyi ile ilgili video izlettilerle hem STEM'in fen boyutu desteklenmiş, hem de diğer bağımlı değişkenler vurgulanmıştır. Örneğin, Millikan'ın yağ damlası deney tasarımı altında yatan bilimin doğasına ait "Bilimsel bilginin deney, gözlem ve çıkarımlara dayalı olması, bilim insanının yaratıcılık ve hayal gücü" gibi boyutları hakkında öğrenci düşünceleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Diğer taraftan aynı etkinlik ile deney tasarımı üzerinden bilimsel yaratıcılığa dair "Orijinallik" boyutu vurgulanmıştır.

Mühendislik boyutu ile ilgili olarak ise, ders planlamasında değerlendirme basamağında öğrencilerden verilen sürede atomun yapısını oluşturan taneciklerden olan proton, nötron ve elektronun büyüklüklerini karşılaştırarak bir ürün tasarımları istenmiştir. Bu yolla STEM'in sadece mühendislik boyutu değil, aynı zamanda fen ve matematik boyutu da vurgulanmıştır. Bu proje çalışması ile öğrencilerden farklı materyaller kullanarak tasarım oluşturmaları istenmiş ve oluşturdukları tasarımlar daha sonraki haftalarda sınıf ortamında tartışılmıştır. Aynı verilere dayanarak öğrenciler tarafından ortaya konan ürünler yoluyla öğrencilerin bilimin doğasına ait; bilimsel bilginin özneliği, bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması ve bilimsel bilginin bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığına bağlı olması gibi boyutlar hakkındaki düşüncelerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Ayrıca, proje etkinliği yoluyla öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi de hedeflenmiş olup, ortaya çıkan

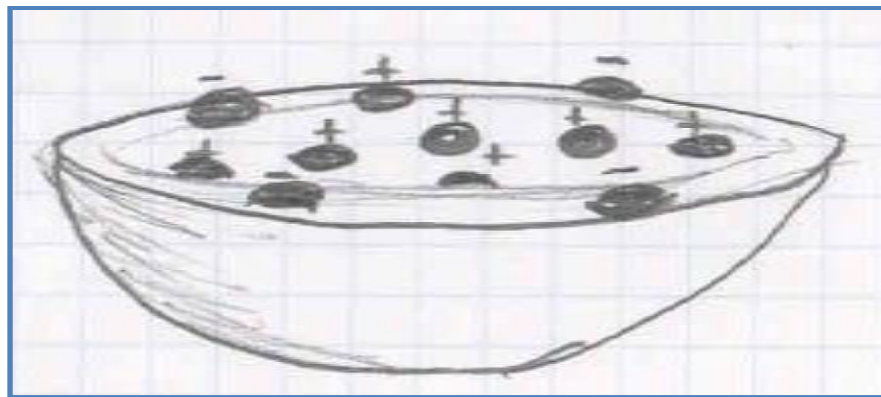
farklı materyallerden oluşturulan ürünler ile bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutunun yanı sıra, çok sayıda fikir oluşması nedeniyle akıcılık ve esneklik boyutlarının da geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3.3.6.2.4. Dördüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Bu hafta öğrencilerin Thomson ve Rutherford atom modelleri ile bu modellerin geçerli olduğu dönemde bilinenleri ilişkilendirmelerini sağlamak amacıyla ders planlaması gerçekleştirilmiştir. Bunun için öğrencilerin bu derse kadar ki süreçte atomun yapısı ile ilgili öğrendiklerini dikkate alarak çizimler istenmiştir. Aşağıdaki Şekil 9 ve Şekil 10'da öğrencilerin örnek çizimleri yer almaktadır.



Şekil 9. Ata kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çizimi


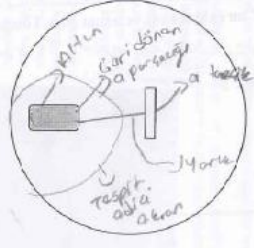


Şekil 10. B24 kodlu öğrencinin atomun yapısı ile ilgili çizimi

Yukarıda bahsedilen çizimler yoluyla bilimin doğasına ait boyutlardan hayal gücü ve yaratıcılık boyutu ile bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması boyutu öğrencilerde geliştirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bilimsel yaratıcılık ile ilgili akıcılık ve orijinallik

boyutları dikkate alınarak öğrencilerin özgün ve çok sayıda fikir içeren çizimler yapmaları teşvik edilmiştir.

Daha sonra, Rutherford'un alfa ışınları deneyi irdelenmiş ve konu ile ilgili video öğrencilere izlettirilmiştir. Bu yolla STEM'in fen boyutu vurgulanmıştır. Ayrıca, deneyden elde edilen sonuçlara göre atomun yapısını oluşturan taneciklerin büyüklükleri, atomun yapısını oluşturan çekirdek ile diğer kısımlar hacimsel olarak karşılaştırılmıştır (matematik disiplinine ait kısımlar). Deney tasarımı irdelenerek, bilimin doğası ile ilgili "Bilimsel bilginin deney ve gözlemlere dayalı olması, bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığı ile sosyo kültürel değerlerden etkilenme" boyutları vurgulanmıştır. Ayrıca, deney ile ilgili çalışma kağıdı öğrencilere verilmiş ve konu ile ilgili öğrencilerin çizim yapmaları beklenmiştir. Bu yolla, öğrencilerin bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu geliştirilmek istenmiştir. Aşağıdaki Şekil 11'de Rutherford çalışma kağıdı ile ilgili bir örnek yer almaktadır.

	<p>M.S. 400 yıllardadan beri atomun yapısı merak edilmiş ve çeşitli modeller ortaya konmaya çalışılmıştır. Rutherford'undeneyi bu konuda en önemli gelişmelerden biridir (boşlukları tamamlayınız).</p>	<p>Deneyin Amacı: Yüksek enerjili α-ışınlarının ince altın levhadan yönünü değiştirip dağıltım yapmasını gözlemlemek ve ince altın parçacıkları dene-tilerde atmak.</p>
<p>Hipotez: Yüksek enerjili α-ışınlarının ince altın levhadan yönünü değiştirmesinden geçeceğinin düşünülüyordu.</p> <p>Açıklama: Işınlardan birçoğunun levhadan geçerken bir kısmının yolundan sapması.</p> <p>Beklenen Sonuç: Atomun çekirdeğinde protonun kütlesi fakat yüksek ta-neciklerin var olduğunu gösteriyordu.</p>		
<p>Deneyin Yapılışı (çizimi tamamlayınız):</p> 		

Şekil 11. C3'e ait Rutherford deneyi çalışma kağıdı örneği

3.3.6.2.5. Beşinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Bu hafta öğrencilere atom numarası, kütle numarası ve izotop kavramları tanıtılıp, Bohr atom modeli sınırlılıkları ile birlikte açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla

Moseley ve Bohr ile ilgili çalışma kağıtları hazırlanmıştır. Çalışma kağıtlarında bilim insanlarının kişisel özellikleri ve bilimsel çalışmalarına vurgu yapılarak bilimin doğasını oluşturan temel ilkeler vurgulanmıştır (bilimsel bilginin sosyo kültürel değerlerden etkilenmesi, bilimsel bilginin öznelliği ve bilim insanının yaratıcılık ve hayal gücü). Bilimin doğası ile ilgili olarak, atom modellerinin tarihsel gelişiminde, bilimin doğasına ait “Bilimsel bilgi mutlak değildir, bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması” gibi önemli noktaların altı çizilmiştir (“İzotop atomun varlığı tespit edilerek Dalton atom modelinin “Bir elementin bütün atomları aynıdır” ifadesi çürütülmüştür”). Bilimsel yaratıcılık ile ilgili olarak, öğrencilere onları düşünmeye itecek sorular yöneltilerek kendilerini bilim adamlarının yerine koymaları ve onlar gibi düşünmeleri sağlanmıştır. Bu yolla öğrencilerin çok sayıda düşünce üretmeleri sağlanarak (akıcılık ve esneklik) bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bohr atom modeli ile ilgili çalışma kağıdı üzerinden konu işlenmiş ve atomun büyüklüğünü benzetmelerle ifade eden video izlettirilmiştir. Daha sonra kütle spektroskopisi ile ilgili önceki hafta verilen ve öğrencilerin araştırma yaparak ilgili boşlukları doldurması beklenen çalışma kağıdı öğrencilerle birlikte irdelenmiştir. Burada STEM disiplinlerine vurgu yapmak ve STEM’in fen boyutunu desteklemek amacıyla hazırlanan bu etkinlikle öğrencilerin arama motorları yardımıyla teknolojiyi kullanmaları sağlanmıştır. Ayrıca etkinlikler kimya konu alanına göre hazırlanmıştır (STEM’in fen boyutu). Aşağıdaki Şekil 12’de etkinlik ile ilgili örnek bir çalışma kağıdı yer almaktadır.

Kütle spektrometresi nedir? Ne işe yarar?

Kütle spektrometresinde gaz halindeki bir maddenin atomları iyonlarına dönüştürüldükten sonra, kütlelerine göre ayrılarak detektörler aracılığı ile tespit edilir. Burada atomlar çok küçük tanecikler olduğundan her birinin kütlelerini ayrı ayrı tespit etmek mümkün değildir. Bu yüzden referans bir atom kullanılarak diğer atomların kütlesi bu referans atoma oranlanarak bulunur. Kütle spektrometresinde referans olarak karbon-12 izotopunu kullanılır.

Bir atomun kütlesi $\frac{1}{12}$ ile $\frac{1}{12}$ sayıları toplamına eşittir. Bir elementi oluşturan atomların $\frac{1}{12}$ sayıları farklı olamaz. Diğer bir ifadeyle iki atomun $\frac{1}{12}$ sayısı birbirinden farklı ise bu iki atom birbirinden farklıdır.

Peki bu durumda bir elementi oluşturan atomların kütleleri tamamıyla aynı mıdır?

Cevap: tamamı aynı değildir.

Aynı değilse bu durum neden kaynaklanmaktadır?

Cevap: Aynı olmadığı için yüzeydeki pürüzleri meydana getirir.

Kütle spektrometresinin icat edilmesiyle (bir elementin tüm atomlarının aynı kütleyle sahip olmadığı) gözlenmiştir. Bu durum bizi Dalton atom modelinin içerdiği (Belirli bir elementin bütün atomları, büyüklük ve kütle bakımından aynıdır) varsayımı ile uyumadığı sonucuna götürmektedir (parantez içindekiler öğrencilerin çalışma kağıdında boş bırakılan yerlerdir).

İzotop Atom:
Proton sayıları aynı nötron sayıları farklı olan atomlara denir.

İzotop Atom Örnekler (2 adet):
 $^{12}_6\text{C}$ $^{13}_6\text{C}$

Kütle spektrometresinin kullanım alanları:

1. Cevre analizleri
2. Spor - Tıp / Doping kontrol
3. Petrol, Yakıt ve Hidrokarbon analizleri
4. Gıda analizleri ve testleri

Şekil 12. C27'ye ait kütle spektroskopisi ile ilgili örnek çalışma kağıdı

Daha sonra, atom spektrumları ile ilgili hazırlanan etkinlik uygulanmıştır. Bu etkinlikte, örnek durumlar kullanılarak öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilen bir probleme çözüm sunmaları istenmiştir. Böylelikle mühendislik disiplinine vurgu yapılmıştır. Aşağıdaki Şekil 13 ve Şekil 14'te etkinlik ile ilgili metin kağıdı ve örnek bir çalışma kağıdı yer almaktadır.

PARMAK İZİ ELE VERDİ!

Zonguldak Meşrutiyet Mahallesi Karadeniz Apartmanı'nda yaşayan 23 yaşındaki Necla Sağlam, 24 Şubat 2015 tarihinde boğazı kesilmiş halde evinde ölü bulunmuştu. Önce başına poşet geçirilerek boğulan, ardından boğazı kesilen Necla Sağlam'ın evine tamir için girdiği belirlenen Tolga K., kuvvetli suç şüphesi ile gözaltına alındıktan sonra çıkarıldığı mahkemece tutuklanmıştı.

Olay yeri inceleme ekiplerince, Necla Sağlam'ın tırnak arasından alınan DNA örneği ile boğulduğu poşet üzerinden alınan parmak izlerinin Ankara Adli Tıp Kurumu Kriminal Dairesi'nde yapılan incelemesinin sonuçlandığı bildirildi. Yapılan incelemede, Sağlam'ın tırnak arasından alınan DNA örnekleri ile poşetteki parmak izlerinin katil zanlısı Tolga K. ile eşleştiği saptandı. (Mihriyet.com.tr » Gündem » Haber » Necla Sağlam'ın katilini DNA ele verdi, 22.04.2016 - 18:10)

Sevgili öğrenciler;

Parmak izlerinden kişinin belirlenmesinin nasıl gerçekleştiğini bulabilmek için oluşturulan küçük bir çalışma ekibi içinde yer almaktasınız. Bu problemi çözebilmek için öncelikli olarak aşağıda her bir grup elemanı için ayrılan kısma kaşe süngerini kullanarak parmak izinizi çıkarınız. Daha sonra araştırmanın devamı için aşağıdaki araştırma sorularını cevaplayınız.

Şekil 13. Atom spektrumları etkinlik kağıdı

1. Aynaa parmak izlerinin ayrı olan olmasına belirtiniz.
Parmak izleri birbirlerinden oldukça farklıdır.

2. İki karecinin parmak izleri aynı olabilir mi?
Evet. Çünkü her iki DNA'ya bile birisi den parmak izleri aynı olmasa beklenmez.

3. Ekte verilen görsel incelendiğinde farklı atomların atom spektrumları ile ilgili olarak Renkleri ve çizgi yerleri kendilerine düşerler. Birbirlerinden farklıdır. Aynı kendilerine düşerler.

4. Farklı atomların atom spektrumlarının farklı olmasının nedeni ne olabilir?
Açıklayınız.
Kendilerine oluşturan yapılarının farklılığı atom spektrumlarının farklı olmasının nedeni olabilir.

5. Bu durum araştırmacıları hangi durumlarda yardımcı olabilir?
Çizgi izi, telefon çizgi izi, bulunmasında, hırsızların bulunmasında vs olaylarda polislere yardımcı olurlar.

5. Atom spektrumları ile insan parmak izleri birbirlerine hangi yönlerden benzerdir? Hangi yönlerden farklılaşmaktadır? Aşağıdaki tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

	Benzersizlikler	Farklılıklar
Parmak izleri: ayrıdır.	Atom spektrumları çizgi izleri ayrıdır.	Atom spektrumları her biri farklıdır.
Parmak izleri: her biri farklıdır.	Kendilerine çizgi yapıları vardır.	Kendilerine çizgi yapıları vardır.
Parmak izleri aynı olmayan çizgi izleri vardır.	Belli bölümleri vardır.	Atom spektrumları çizgi izlerinden ayrıdır.
		Çizgi izleri: her biri farklıdır.

Şekil 14. 6K 1E grubuna ait atom spektrumları çalışma kağıdı örneği

Atom için, atom numarası ve kütle numarası ile ilgili çeşitli eşitlikler ortaya konmuştur. Öğrencilerin bu eşitlikleri kullanarak hesaplama yapmaları sağlanmıştır (STEM'in matematik boyutu).

3.3.6.2.6. Altıncı Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Periyodik sistem üzerine ilk çalışmalar kullanılarak, periyodik sistem ile ilgili tarihsel süreçteki gelişmeler açıklanmaya çalışılmıştır. Öncelikli olarak ilk periyodik sistemin çalışmaları ile ilgili görseller öğrencilere gösterilerek tahminler yapmaları istenmiştir. Elementlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini vurgulayan resimlerden oluşturulan etkinlik gerçekleştirilerek eşleştirme yapmaları beklenmiştir. Elementlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri fen kazanımlarına hizmet etmiştir (STEM'in fen boyutu). Bu etkinlik yoluyla öğrencilerin elementlerin farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerine dayanarak farklı sınıflamalar yapmaları teşvik edilerek bilimsel yaratıcılıkları (akıcılık, esneklik ve orijinallik) desteklenmiştir. Aşağıdaki Şekilde 15'te etkinlik ile ilgili örnek bir çalışma kağıdı yer almaktadır.

1. Grup Maddeler	2. Grup Maddeler	3. Grup Maddeler	4. Grup Maddeler	5. Grup Maddeler	6. Grup Maddeler
kalem (1)	balon	Su	tuz	kaşık	Gümüş
kalem (14)	futbol topu	limonata	Toprak	Kitap	Demir
		Süt			Su
					kırı yağ
					Sünger

Sınıflandırma yapılırken dikkat edilen benzerlik ve farklılıklar:
Cisimlerin işlevi, kullanış amacı, birbirleriyle benzer görünüşleri ve katı, sıvı, gaz halleri için icine katılarak gruplandırıldı.

Sorular:

- Maddeleri sınıflandırmaya neden ihtiyaç duyarız?
Bir bilgi ne kadar azalır alırsa öğrenmek daha kolay olur. Bu kolay anlaşılma düzen ve Sıralama ile olur.
- Sizce bilim insanları elementleri neden sınıflandırmaya ihtiyaç duymuş olabilirler?
Akıllı kalem olması ve birde hiç değişmesi için.

Şekil 15. C sınıfı ikinci gruba ait elementleri sınıflama çalışma kağıdı örneği

Ayrıca, Döbereiner, Newlands ve Mendeleev'in hayatları ve çalışmalarını içeren çalışma kağıtları hazırlanmış ve öğrencilerin çalışma kağıtlarında yer alan boşlukları kendi düşüncelerine göre doldurmaları istenmiştir. Çalışma kağıtlarında yer alan sorular ve metin bilimin doğasına ait boyutları vurgulamak amacıyla uygun olarak hazırlanmıştır (Örneğin, Mendeleev'in çalışmalarında kişisel özellikleri ve içinde bulunduğu toplumun etkili olduğu söylenebilir mi?).

Ders planlamasına göre 5E'nin derinleştirme aşamasında "4D element" uygulaması ile teknolojinin derste kullanımı sağlanmıştır (STEM'in teknoloji boyutu). Bu etkinlikte öğrencilerin farklı elementleri bir araya getirerek farklı bileşikler oluşturmaları sağlanmıştır. Bu yolla öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları (akıcılık ve orijinallik) geliştirilmeye çalışılmıştır. Aşağıdaki Şekil 16'de etkinlik ile ilgili örnek bir çalışma kağıdı yer almaktadır.

Tarih: 20 Aralık 2016 Grup Adı: Bilim Kadınları

Element 1	4D de neye benziyordu?	Element 2	4D de neye benziyordu?	Bileşik Formu	4D de neye benziyordu?	Elektronların davranışı...
Kalsiyum	Donmuş bir süt bloğu veya büyük bir buz parçası gibi görünüyordu.	Oksijen	Yarı saydam ve gözle görülmez	Kireç Kalsiyum Oksit	Beyaz toz halinde bir madde	Oksijen kararlı oktet yapısına kavuşmak için iki elektron kazanırken kalsiyum iki elektron kaybetti
Sodyum	Gümüş katı maddeler.	Klor	Yeşil Gaz görünüyordu	NaCl Tuz	Bazı bitmiş taze benziyor	İkişer tane element bir orana gelir
Hidrojen	Gaz halinde yarı saydam	Oksijen	Gaz yarı saydam görünmüyor	H ₂ O	adık mavi renkli su	Oksijen fazla elektronları hidrojenle kovalent bir şekilde bağlar,
Magnezyum	Feridek içine benziyor.	Oksijen	Gaz yarı saydam görünmüyor	2MgO	alüminyum doluya benziyor.	Oksijen ve magnezyum bir araya gelerek bir birleşim kararlı yapıya ulaştıkları için oluştu.
Kalsiyum	Bir tane kağıda benziyor.	Oksijen	Gaz yarı saydam görünmüyor	CaO ₂	Mayaya benziyor.	2Ca O ₂ birleşti

Şekil 16. Bilim kadınları grubuna ait “4D element” çalışma kağıdı örneği

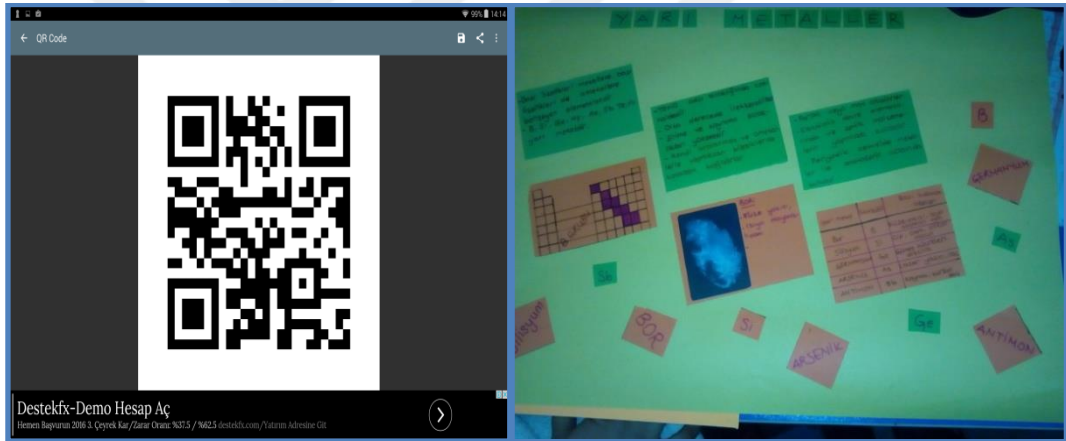
Diğer taraftan öğrencilerden proje çalışması olarak, farklı materyaller kullanarak periyodik sistem tasarımları istenmiştir. Bu yolla öğrencilerin mühendislik becerileri ve aynı zamanda fen ve matematik kazanımlarını edinmeleri hedeflenmiştir. Bu proje çalışması ile öğrencilerden farklı materyaller kullanarak farklı periyodik sistem tasarımları oluşturmaları istenmiş ve oluşturdukları tasarımlar daha sonraki haftalarda sınıf ortamında tartışılmıştır. Aynı verilere dayanarak öğrenciler tarafından ortaya konan ürünler yoluyla öğrencilerin bilimin doğasına ait; bilimsel bilginin nesnelligi, bilimsel bilginin deney, gözlem ve çıkarımlara dayalı olması, bilimsel bilginin bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığına bağlı olması, bilimsel bilginin sosyo kültürel değerlerden etkilenmesi gibi boyutlar hakkındaki düşüncelerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Ayrıca, proje etkinliği yoluyla öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi de hedeflenmiş olup, ortaya çıkan farklı materyallerden oluşturulan ürünler ile bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutunun yanı sıra, çok sayıda fikir oluşması nedeniyle akıcılık ve esneklik boyutlarını da geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3.3.6.2.7. Yedinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Bu hafta planlanan çalışmalarda modern periyodik sistemde gruplar ve periyotların açıklanması, atomların periyodik sistemdeki yerlerinin elementler; metaller, ametaller, yarı-metaller ve asal gazlar olarak sınıflandırılması hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda çeşitli etkinlikler planlanmıştır. “Otel Periyodik Tablo” etkinliği ile

öğrencilerin elementleri atom numaralarına göre periyodik sisteme yerleştirmeleri sağlanmıştır (STEM'in matematik disiplinine ait kısımlardan sıralama bilgisi ile dört işleme ait kısımlar).

Öğrencilerin elementleri metal, ametal ve soy gaz olarak sınıflandırmaları esasına dayanarak QR karekod uygulaması derste kullanılmıştır. Dolayısıyla, öğrencilerin yaptıkları çalışmalarda teknolojiyi kullanmaları sağlanmıştır (STEM'in teknoloji boyutu). Ayrıca öğrencilerin kare kodları için hazırladıkları karton çalışmaları da farklı bağımlı değişkenlerin geliştirilmesi açısından önemlidir. Burada öğrenciler farklı tasarımlar ortaya koyarak, bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu ile bilimin doğasına ait özellik boyutunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Aşağıdaki Şekil 17'de etkinlik ile ilgili bir grup çalışma örneği yer almaktadır.



Şekil 17. B sınıfı ikinci gruba ait QR kare kod çalışma örneği

Yedinci hafta öğrencilere elementler ile günlük hayatta kullanım alanlarını ilişkilendirmeleri amacıyla bir çalışma kağıdı verilmiş ve araştırmaları sınıf içinde tartışılmıştır. Bu yolla STEM'in fen boyutu desteklenmiş ve öğrencilerin arama motorlarını eğitim amaçlı kullanmaları sağlanmıştır. Aşağıdaki Şekil 18'de etkinlik ile ilgili örnek bir çalışma kağıdı yer almaktadır.

Elementleri ne kadar yakından tanıyoruz?

Kaç element oda koşullarında gaz hâlinde?

Soy Gazlar
He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

Hangi elementler manyetik özellik gösterir?

Demir, Ni, Kobalt

Hangi elementler oda koşullarında sıvı hâlinde?

Cıva, Brom

Yer kabuğunda en çok yer alan sekiz element hangileridir?

1. Oksijen
2. Silisyum
3. Alüminyum
4. Demir
5. Kalsiyum
6. Fosfor
7. Potasyum
8. Sulfür
9. Sodyum
10. Magnezyum

İnsan vücudunda en çok bulunan on element hangileridir?

1. Oksijen
2. Karbon
3. Hidrojen
4. Azot
5. Kalsiyum
6. Fosfor
7. Potasyum
8. Sulfür
9. Sodyum
10. Magnezyum

Hangi elementler atom numarası en küçük olan hangisidir?

Hidrojen

Radyoaktif özellik gösteren elementler periyodik tabloda nelerdir buluruz?

En altta altındır

Pillerde kullanılan element hangisidir?

Kurşun, Cıva, Kadmiyum, Brom

Bisiklet üretiminde hangi element kullanılır?

Demir, Karbon

Soy metal olarak adlandırılan elementler kimlerdir?

1. Rubidyum
2. Sodyum
3. Potasyum
4. Fransiyum
5. Sisyum
6. Baryum
7. Strontiyum
8. Rastiyum

Boya yapımında kullanılan element hangisidir?

Kurşun, Cıva, Kadmiyum, Brom

Yumurta da en çok bulunan element hangisidir?

Azot

Şekil 18. C22'ye ait elementleri tanıma etkinliği ile ilgili örnek çalışma kağıdı

Yedinci hafta öğrencilerin önceki hafta yaptıkları araştırmaları da dikkate alarak elementler ile günlük hayatta kullanım alanlarını ilişkilendirmeleri amacıyla “Haydi boşlukları dolduralım” adlı etkinlik gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikte, öğrencilerin element ve kullanım alanını dikkate alarak ilgili boşluğa çizim yapmaları istenmiştir. Bu yolla, öğrencilerin bilimsel yaratıcılığa ait orijinallik boyutu desteklenmiştir. Aşağıdaki Şekil 19’da etkinlik ile ilgili örnek bir çalışma kağıdı yer almaktadır.

Ne Neon 10	C Karbon 6	Cl Klor 17	Na Sodyum 11
Periyot: 2 Grup: 8A Sınıf: Soy gaz	Periyot: 2 Grup: 4A Sınıf: Kuruşun kalem	Periyot: 3 Grup: 7A Sınıf: Halogenler	Periyot: 3 Grup: 1A Sınıf: Metal
Be Berilyum 4	Al Alüminyum 13	N Azot 7	Li Lityum 3
Periyot: 2 Grup: 2A Sınıf: Metal	Periyot: 3 Grup: 3A Sınıf: Metal	Periyot: 2 Grup: 5A Sınıf: Metal	Periyot: 2 Grup: 1A Sınıf: Metal
Ar Argon 18	Mg Magnezyum 12	S Sulfür 16	O Oksijen 8
Periyot: 3 Grup: 8A Sınıf: Soy gaz	Periyot: 3 Grup: 2A Sınıf: Metal	Periyot: 3 Grup: 6A Sınıf: Metal	Periyot: 2 Grup: 6A Sınıf: Ametal

Şekil 19. C15'e ait elementleri tanıma etkinliği ile ilgili örnek çalışma kağıdı

Yedinci haftanın sonunda “Benim favori elementim” adlı bir proje çalışması öğrencilere verilmiştir. Bu çalışmada öğrencilerden periyodik sistemdeki ilk 20 elementten birini seçerek, seçtikleri element ile ilgili model tasarımları istenmiştir. Modellerin oluşturulma amaçları vurgulanarak bilimin doğasına vurgu yapılmıştır. Ayrıca bu çalışma ile öğrencilerin mühendislik becerileri (STEM’in fen ve mühendislik boyutu) ve bilimsel yaratıcılıkları (akıcılık, esneklik ve orijinallik) da desteklenmeye çalışılmıştır.

3.3.6.2.8. Sekizinci Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Son olarak sekizinci haftada periyodik özelliklerden metalik-ametallik, atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi ve elektronegatiflik tanımlanmıştır. Periyodik özelliklerin periyodik sistemde nasıl ve hangi yönde değiştiği irdelenmiş, karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu yolla matematik disiplinine (sayısal olarak büyüklük karşılaştırmalarına ait kazanımlar) ve fen disiplinine ait kazanımlar derste kullanılmıştır. Bu derste aynı zamanda öğrenciler tarafından yapılan tasarımlar sınıf ortamında sunulmuş ve ortaya konan tasarımlar üzerinde sınıf tartışması gerçekleştirilmiştir.

3.3.6.3. Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Uygulamalar

Sınıf 3 ve sınıf 4 çalışmanın kontrol gruplarını oluşturmaktadır. Sınıf 3 kodlamalarda “A” kodu ile Sınıf 4 ise “D” kodu ile gösterilmiştir. Çalışmada sınıf 3’e araştırmacı, sınıf 4’e ise sınıf 2’de deney grubunun uygulamalarını gerçekleştiren kimya öğretmeni uygulayıcı olarak katılmıştır. Kontrol gruplarını oluşturan sınıflarda öğretmenler geleneksel yöntemlerle kimya öğretim programında yer alan yönlendirme ve kazanımlar doğrultusunda ders işlemleridir. Öğretmenler arasında fark oluşmasını önlemek için ders planları uygulama öncesinde hazırlanmıştır. Uygulayıcı öğretmenin planları incelemesi sağlanmıştır. Derslerde sadece ders kitabı ve akıllı tahta kullanılmıştır. Bu kaynakların dışında derslerde herhangi bir kaynağa yer verilmemiştir. Yine deney grubundan farklı olarak derslerde herhangi bir deney uygulaması yapılmamıştır. Öğrencilere öğretmenler düz anlatım ile dersi anlatmış ve ders kitabında yer alan örnekleri çözmüş veya çözdürmüştür. Bazen bazı kısımlarda soru cevap tekniğinden yararlanılmıştır. Öğrencilere sorular yöneltilmiş, soruların bir kısmının cevaplarını öğretmen vermiş ve bir kısım soruları ise öğrencilerin

cevaplaması beklenmiştir. Ders anlatımları sırasında öğretmen bazı kısımları tahtaya yazmıştır. Daha sonra öğretmen tahtaya yazdıklarını öğrencilerin defterlerine yazmalarını istemiştir. Uygulamalar süresince öğretmenler kontrol gruplarında söylediklerini öğrencilerin not tutmalarını istemişlerdir. Kontrol gruplarında “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesi ile ilgili gerçekleştirilen haftalık planlama ve konuların haftalara göre dağılımı aşağıda belirtildiği şekildedir:

1. Hafta: Atomun yekpare/bölünmez olmadığına işaret eden bulguları değerlendirir.
2. Hafta: Atom altı taneciklerin temel özelliklerini karşılaştırır.
3. Hafta: Thomson ve Rutherford atom modelleri ile bu modellerin geçerli olduğu dönemde bilinenler ilişkilendirilir.
4. Hafta: Bohr atom modeli atomların absorpladığı/yaydığı ışınlar (hesaplamalara girilmeden sadece ışın absorplama/yayma) ile ilişkilendirilir. Bohr atom modelinin sınırlılıkları belirtilerek modern atom teorisinin (bulut modelinin) önemi belirtilir.
5. Hafta: Bilimsel bilgi birikimine paralel olarak atomla ilgili kavram, model ve teorilerin değişimini/ gelişimini irdeler. Atom modellerinin gelişimi bilimsel bilgi akış seyriyle ilişkilendirilir; teori ile model arasında ayırım yapılır.
6. Hafta: Elementlerin periyodik sistemdeki yerleşim esaslarını tarihsel süreçteki gelişmeler ekseninde açıklar. Periyodik sistem üzerine ilk çalışmalar belirtilerek, Mendeleev’in ilk periyodik sisteminin oluşum mantığı verilir. Modern periyodik sistemde gruplar ve periyotlar açıklanır. Atomların katman-elektron dizilimleriyle periyodik sistemdeki yerleri arasında ilişki kurulur (en hafif 20 element esastır).
7. Hafta: Elementleri periyodik sistemdeki yerlerine göre sınıflandırır. Elementler; metaller, ametaller, yarı-metaller ve asal gazlar olarak sınıflandırılır.
8. Hafta: Periyodik özelliklerin değişme eğilimlerini irdeler. Periyodik özelliklerden metalik-ametallik, atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi ve elektronegatiflik tanımlanır; bunların nasıl ölçüldüğü konusuna girilmez. Periyodik özelliklerin değişim seyri açıklanır.

3.4. Veri Toplama Süreci

Veriler toplanmadan önce, uygulama esnasında karşılaşılabilecek bir takım aksaklıkların önüne geçebilmek için çalışmanın yapılacağı okul ile iletişime geçilmiştir. Okuldaki idarecilere süreç açıklanmış ve onlardan güncel bilgiler

alınmıştır. Daha sonraki aşamada, Erciyes Üniversitesi Rektörlüğü aracılığı ile uygulamayı gerçekleştirebilmek amacıyla Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve Kaymakamlık'tan resmi izinler alınmıştır ve izinler EK 1'de verilmiştir.

Yapılan çalışma şöyle yürütülmüştür;

1. STEM temelli öğrenme stratejisi ile ilgili alan yazın taraması yapılarak ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar incelenmiştir.
2. "Atom ve Periyodik Sistem" ünitesi ile ilgili alan yazın taraması yapılarak daha önceki çalışmalar incelenmiştir.
3. Talim Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan "Ortaöğretim Kimya Dersi Öğretim Programı" ünite kazanımları incelenmiş ve çalışmada sekiz hafta boyunca öğretilecek kazanımlar belirlenmiştir.
4. Araştırmada kullanılacak veri toplama araçları için (akademik başarı testi, bilimsel yaratıcılık testi ve bilimin doğası hakkında görüşler anketi) ilgili alan yazın taranmıştır. Alan yazın incelenmesi sonucunda oluşturulan, kullanılmasına karar verilen testler ve anket sırasıyla Ek-3, Ek-5 ve Ek-6'da sunulmuştur.
5. Akademik başarı ve bilimsel yaratıcılık testi hazırlandıktan sonra her iki veri toplama aracı içinde pilot uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamalardan elde edilen verilerin analizi ve yorumlanması sonucu veri toplama araçlarında gerekli düzenlemeler yapılarak onlara son şekli verilmiştir. Öğrencilerin bilimin doğası hakkında görüşlerini ortaya koymak amacıyla VNOS-C anketi değişiklik yapılmadan aynen kullanılmıştır.
6. Çalışmada deney grubunda yer alan öğrencilerden sekizi ve uygulama yapan kimya öğretmeni ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler yaklaşık olarak 20-30 dakika sürmüş, görüşmeler kayıt altına alınarak daha sonrasında transkript edilmiştir.
7. Çalışmanın katılımcıları dokuzuncu sınıf seviyesindeki dört sınıftan oluşmuştur. Bu sınıflardan ikisi deney, ikisi kontrol grubu olacak şekilde sınıflar gruplara ayrılmıştır. Deney ve kontrol grupları belirlenirken istatistik analiz çalışması yürütülmüş ve gruplar analiz sonuçlarına dayanarak belirlenmiştir.
8. Ders planları oluşturulurken ilgili alan yazın taranmıştır. Ders kazanımları da dikkate alınarak deney ve kontrol grupları için ayrı ayrı ders planları oluşturularak uygulama öncesinde hazır hale getirilmiştir. Deney ve kontrol grubuna ait hazırlanan ders planları sırası ile Ek-10'da sunulmuştur.

9. Çalışmanın yapılması amacıyla Kayseri ili Kocasinan İlçesinde bulunan bir Anadolu lisesinde bulunan dört adet dokuzuncu sınıftan ikisi deney grubu, ikisi ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir.
10. Ders uygulamaları araştırmacı ve araştırmacıdan farklı bir öğretmen tarafından gerçekleştirilmiştir. Her iki uygulayıcıyı da gözlemlemek için bir eğitim uzmanı gözlemci olarak derslere girmiştir. Gözlemcinin sınıf ortamını doğru değerlendirebilmesi için araştırmacı tarafından bir gözlem formu oluşturulmuş ve bu form Ek 9 olarak sunulmuştur. Araştırmacı kimya öğretmenin gerçekleştirdiği derslerin tamamına yardımcı gözlemci olarak katılmış ve bazı derslerde araştırmacı da gözlem yapmıştır. Kontrol grupları da ayrıca gözlenmiş ve onlar içinde gözlem formu uygun şekilde doldurulmuştur. Kontrol ve deney grubu sınıflarında yapılan gözlemleri desteklemek ve eksik kalınabilecek nokta da doğru değerlendirme yapabilmeyi sağlamak için sınıflarda yapılan uygulamalar video ile kayıt altına alınmıştır.
11. Deney grubunda STEM-ÖS'e dayalı olarak planlamalar yapılmış ve çalışmalar yürütülmüştür. Kontrol grubunda ise, kimya dersi öğretim programının ön gördüğü şekilde dersler yürütülmüştür. Çalışma takviminde ifade edildiği gibi kasım ayının ikinci haftası uygulama başlatılmış ve yine planlandığı üzere Ocak ayının üçüncü haftası sonlandırılmıştır. Her hafta için planlanan doğrultuda, uygulamalar gerçekleştirilmiş ve uygulama esnasında herhangi bir aksaklık yaşanmamıştır. Uygulamaların bir kısmı öğrencilerin buldukları sınıflarda, diğer bir kısmı ise kimya laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar şartları yapılacak uygulama için yeniden düzenlenmiştir. Bunun için laboratuvara projeksiyon aleti taktırılmış ve sınıf grup çalışmasının yapılmasına uygun hale getirilmiştir. Her hafta için planlanan dokümanlar ders öncesi çoğaltılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Ayrıca öğrencilerle birçok grup etkinliği yapılmış ve bu etkinliklerle ilgili hazırlanan çalışma kağıtları öğrenciler tarafından uygun şekilde tamamlanmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanarak öğrencilere verilen çalışma kağıtlarının bir kısmı öğrenciler tarafından ders uygulaması sırasında ve bir kısmı da uygulama sonrası öğrencilerin kendi araştırmaları doğrultusunda tamamlanmıştır. Uygulama sırasında kullanılan tüm materyalleri öğrencilerin bir dosya içinde saklamaları istenmiştir. Öğrenciler tarafından hazırlanan bu dosya uygulama sonunda öğrencilerden geri istenilerek ayrıca değerlendirilmiştir.

12. Uygulama esnasında gerçekleştirilen video çekimleri, öğrencilerin tasarladıkları proje örnekleri ve modelleme çalışmaları bir araya getirilerek tasnif edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin süreç boyunca düzenli olarak tuttıkları dosyalar bir araya getirilerek düzenlenmiştir. Deney grubundaki STEM etkinliklerinin gerçekleştiğini kanıtlamak amacıyla toplanan bu doküman örneklerine yöntem kısmında yer verilmiştir. Bir başka ifadeyle, bu doküman örnekleri uygulamaların içerisinde geçtiği için nitel bir veri toplama aracı olarak sunulmamış, sadece etkinliklere kanıt olarak kabul edilmiştir.
13. Veri toplama araçları (APAB, BYÖ ve VNOS-C) çalışmanın başında (ön test) ve sonunda (son test) uygulanmış ve elde edilen verilerin uygun istatistik yöntemlerle analizi yapılmıştır. Öğretmen ve öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmeler içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir.

Yukarıdaki bahsedilenleri özetlemek amacıyla yapılan uygulamalar bir tablo haline getirilmiştir. Aşağıda Tablo 17’de araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve öğretim stratejileri ayrıntılı olarak ifade edilmiştir.

Tablo 17. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları ve Öğretim Stratejileri

Grup	Ön test	Öğretim Uygulaması	Son test
Kontrol 1	APAB	Orta öğretim kimya öğretim programına	APAB
	BYT	dayalı öğretim uygulamaları ile	BYT
	VNOS-C	desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşım	VNOS-C
Kontrol 2	APAB	Orta öğretim kimya öğretim programına	APAB
	BYT	dayalı öğretim uygulamaları ile	BYT
	VNOS-C	desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşım	VNOS-C
Deney 1	APAB	STEM temelli ders etkinlikleri ile	APAB
	BYT	desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşım	BYT
	VNOS-C		VNOS-C
Deney 2	APAB	STEM temelli ders etkinlikleri ile	APAB
	BYT	desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşım	BYT
	VNOS-C		VNOS-C
			Görüşme formu
			Görüşme formu

3.5. Verilerin Analizi

Araştırma sonucu elde edilen veriler nitel ve nicel veriler olmak üzere sınıflandırılmıştır. Bu sebeple verilerin analizi başlığı altında nicel verilerin analizi ve nitel verilerin analizi olmak üzere veriler iki farklı başlık altında incelenmiş ve analiz edilmiştir. ABAP, BYT ve VNOS-C yoluyla katılımcılardan elde edilen veriler ilk

kısımda (nicel verilerin analizi), öğretmen ve öğrenci görüşmelerinden elde edilen veriler ise ikinci kısımda (nitel verilerin analizi) incelenmiştir.

3.5.1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan nicel veri toplama araçları (ABAP, BYT ve VNOS-C) yoluyla katılımcılardan veriler toplanmıştır. Uygulamalar ön test ve son test olacak şekilde araştırmanın başında ve sonunda katılımcılara uygulanmıştır. Araştırmada toplanan veriler SPSS-20 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. ABAP ve BYT için yapılan pilot çalışmalarda da aynı işlem basamakları üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, SPSS dosyasına katılımcılar ile ilgili bazı demografik bilgiler de girilmiştir (cinsiyet, yaş, anne/ baba öğrenim durumu vb.).

Verilerin analizi öncesinde, deney ve kontrol gruplarına karar verebilmek için, ön-APAB sonuçları one way ANOVA'ya (Tek yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. Sınıflar arasında anlamlı bir fark bulunamamasına karşın, sınıfları daha ayrıntılı incelemek amacıyla Scheffe değerlerine bakılmıştır. Sınıf ortalama puanlarından yola çıkılarak "A ve D" sınıfları kontrol grubu, "B ve C" sınıfları ise deney grubu olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu durum bulgular bölümünde ayrıntılı olarak bahsedilmiştir.

Daha sonra, toplanan veriler için parametrik veya parametrik olmayan testlerden hangisinin kullanılabileceği test edilmiştir. Bunun için toplanan verilerin parametrik testlerin varsayımlarını karşılayıp karşılamadığına bakılmış (veriler aralıklı ya da oransal olmalıdır, veriler normal dağılıma uymalıdır, grup varyansları eşit olmalıdır) ve varsayımlar ayrı ayrı test edilmiştir. Verilerin normal dağılıp dağılmadığının belirlenebilmesi için, Kolmogorov Smirnov normallik testi, merkezi eğilim ölçüleri ve çarpıklık-basıklık katsayısı değerleri hesaplanmış, kontrol ve deney grupları için ayrı ayrı incelenmiştir.

Parametrik testlerin kullanılabilmesi için bir diğer karşılanması gereken varsayım da kontrol ve deney gruplarından elde edilen verilerin varyanslarının eşitliğidir. Kontrol ve deney grupları için varyansların eşitliğini test edebilmek için akademik başarı, bilimin doğası ve bilimsel yaratıcılık bağımlı değişkenleri için Levene testi uygulanmıştır (Kalaycı, 2010).

Yukarıda bahsedilen varsayımlar karşılandığından parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırma soruları dikkate alındığında bağımlı değişken sayısı birden fazla olduğu için verilerin analizinde MANOVA veya MANCOVA'nın parametrik test olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Araştırmada öğretim yöntemi tarafından etkilendiği düşünülen ders başarısı, bilimin doğası hakkında görüşler ve bilimsel yaratıcılık olmak üzere üç bağımlı değişken bulunmaktadır. Bu bağımlı değişkenlere ait ön test puanlarının son test puanlarına etki edebileceği varsayımından hareketle, bağımlı değişkenlerin ön test puanlarının kovaryanta atılıp atılmayacağı incelenmiştir. Bir başka ifade ile MANOVA yerine MANCOVA'nın kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmeye çalışılmıştır. Bunun için bütün bağımlı değişkenlerin ön test puanları ile son test puanları arasındaki korelasyona bakılmıştır. Bir bağımlı değişkenin ön test puanını kovaryant olarak alabilmek için tüm diğer bağımlı değişkenlerle arasındaki korelasyonun 0,80'den küçük olması gerekmektedir. Ayrıca kovaryanta atılacak bağımlı değişkenin ön test puanının en az bir bağımlı değişken (son test puanı) ile aralarında anlamlı bir korelasyon bulunmalıdır (Pallant, 2016). Bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası ön test puanlarının yukarıdaki durumlar açısından incelendiğinde son test puanlarına bir etkisinin olabileceği görülmüş, bu sebeple her iki değişkenin ön test puanları covariate olarak kontrol altına alınmak istenmiş ve MANCOVA'nın kullanılmasına karar verilmiştir. Bir başka ifadeyle, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası ön test puanları kontrol altına alındığında uygulama sonunda STEM-ÖS'nin öğrencilerin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine etkisi MANCOVA kullanılarak analiz edilmiştir.

MANCOVA'yı kullanabilmek için öncelikli olarak varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığına bakılmıştır. MANCOVA'nın kullanılabilmesi için gerekli olan tek değişkenli ve çok değişkenli normallik, regresyon eğimlerinin eşitliği, varyansların eşitliği ve varyans kovaryans eşitliği varsayımları incelenmiştir (Field, 2013; Pallant, 2016; Tabachnick & Fidell, 2014). Analizler sonucunda MANCOVA'ya ilişkin tüm varsayımların karşılandığı belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde .05 anlamlılık düzeyi temel alınmıştır.

Atom ve periyodik sistem akademik başarı testi (APAB) 30 çoktan seçmeli sorudan oluşmakta olup, her bir soru için doğru cevap “1” puan, yanlış cevaplar ise “0” puan olarak değerlendirilmiştir. Buna göre katılımcıların APAB’den alabilecekleri en yüksek puan 30 puandır. SPSS’e puanlar girilirken katılımcı cevabı doğru ise “1”, yanlış ise “0” olarak ifade edilmiştir.

Bilimsel yaratıcılık testinde puanlama yapmak için, veriler SPSS programına girilmiş ve her bir katılımcı için toplam puanlar hesaplanmıştır. İfadeler sayısal verilere dönüştürülürken sorular için gerçekleştirilen işlemler aşağıda ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

Soru 1, 2, 3 ve 4 için aynı işlem basamakları dikkate alınmıştır. Bu sebeple 1-4. sorular aynı paragrafta incelenmiştir. 1-4. sorular için akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere üç farklı puan hesaplanmıştır. Akıcılık puanları hesaplanırken, sorular ile ilgili niteliğine bakılmaksızın katılımcıların verdikleri cevaplar sayılmıştır. Bazı katılımcılar tek cevap ifadesi yazarken, bazı katılımcılarda birden fazla cevap ifadesi kullanmışlardır. Katılımcı toplam ifadeleri sayılmış ve akıcılık puanı olarak SPSS programına girilmiştir.

Orijinallik puanlarını hesaplayabilmek için öncelikle katılımcı ifadeleri için kodlar oluşturulmuştur. Bu kodlar katılımcılar için işaretlenmiş ve her bir kod için tekrar edilme yüzdeleri oluşturulmuştur. Orijinallik puanları oluşturulurken, cevapların tekrar edilme sıklığı ve yüzdesini göre puanlama yapılmıştır. 1- 4. sorularda, tekrar edilme sıklığı % 5’ten küçük olan cevaplar için “2” puan, tekrar edilme sıklığı % 5-10 arasında olan cevaplar için “1” puan ve tekrar edilme sıklığı % 10’dan fazla olan cevaplar için ise “0” puan olarak puanlama yapılmıştır.

Sorular için esneklik puanını hesaplayabilmek için katılımcı ifadeleri kategorize edilerek sınıflandırılmıştır. Katılımcıların sorulara verdikleri cevaplar kaç farklı kategoriye giriyorsa dâhil olduğu her bir kategori için “1” puan olacak şekilde puanlama gerçekleştirilmiştir. Aşağıda yer alan Tablo18-21’de sırasıyla 1-4. sorular için esneklik puanları için oluşturulan kategoriler ve kategori altına düşen kodlar sıralanmıştır.

Tablo 18. Birinci Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Esneklik Kategorileri	Kodlar ve ilgili olduğu kategoriler
Modelleme	Kimya modelleme (Element, bileşik, molekül, atom) Maddenin halleri modelleme Atomun yapısı (Proton, nötron, elektron gösterimi) Kömürün gösterimi Bağ gösterimi Bileşik oluşturmak/ modellemek Elektrostatik çekim modelleme
DeneySEL	Deney düzeneği oluşturma-Tepkime- deneysel (asit-baz tepkimeleri, yanma)
Pinpon topunun özellikleri	Pinpon topu içerisindeki gazın kullanımı Sis bombası yapımı Pinpon topunun fiziksel- kimyasal özellikleri (asitlik-bazlık vd.)
Fizik/ Biyoloji/ Astronomid kullanımı	Fizik deneyleri Biyolojide kullanımı Astronomid kullanımı
Materyal yapımı	Kimya materyal yapımı Periyodik sistem yapımı
Konu anlatımı	Kimya konu anlatımı Fiziksel kimyasal değişikliklerin anlatımı

Tablo 19. İkinci Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Esneklik Kategorileri	Kodlar ve ilgili olduğu kategoriler
Geçmiş hayat	Eski çağlarda yaşayan insanların günlük hayatları nasıldı? (Nasıl temizlenir? Nasıl banyo yapar? Geçimlerini nasıl sağlıyorlardı?) Geçmiş olaylar Eski çağlarda insanlar dinozorlardan nasıl korunuyorlardı?
Gelecek hayat	Gelecekte hayat nasıl olacak?
Keşif	Atom nasıl parçalandı ve atomla ilgili bilgilere nasıl ulaşıldı? Gelecekte teknoloji ve bilimsel gelişmeler nasıl olacak? (Işınlanma) Geçmiş keşifler
Yaşamın başlangıcı	İnsanlığın ve dünyanın başlangıcı nasıldı?
Sağlık	Geçmişte sağlık Gelecekte sağlık
Bilim adamları ve bilimsel çalışmalar	Bilim insanlarının ne kadar bilgiye sahip oldukları, çalışma şartları ve çalışma yöntemleri
Gizemli olaylar	Mısır piramitleri nasıl yapıldı? Mumyalama Uzaylılar
Geçmiş olaylar	Türklerin tarihi Osmanlı dönemi İslamiyetin başlangıcı

Tablo 20. Üçüncü Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Elementlerin özellikleri	Elementlerin yerlerini değiştirmek (Alfabetik sıraya dizmek, ezberlemesini kolaylaştırıcı sıralama, dünya üzerinde bulunma oranlarına göre sıralama, kullanım alanlarına göre sıralama) Element örnekleri Elementlerin isimlerini değiştirmek (Daha eğlenceli, günlük hayatla ilişkili) Elementlerle ilgili bilgi Cinsiyet farkına göre düzenleme
Görme engelliler	Görme engelliler için kabartmalı Sesli
Modelleme	Farklı modellemeler kullanmak Atom modellerinin gösterilmesi
Fonksiyonel/ elektronik	Elektronik Işıklı Kitaplık gibi raflı Farklı yerlerde kullanım (Top, bardak, sıra, perde, çanta, saat)
Farklı ölçüt	Büyüklik ve boyutlarını değiştirmek (Üç boyutlu, daha büyük, daha küçük) Farklı şekil Modüler (Parçalı, katlanabilir)
Öğretici	Oyun (Yapboz, bilmece) Öğretici Bilim adamı Mizahi şarkı tekerleme şeylerle birleştirmek
Görsel zenginlik	Farklı renklendirme (Her harfi farklı renk, daha çok renk) Görsellerle zenginleştirilmiş (Elementler ve kullanım alanları ile ilgili resim, video, yazı vb.) Fosforlu

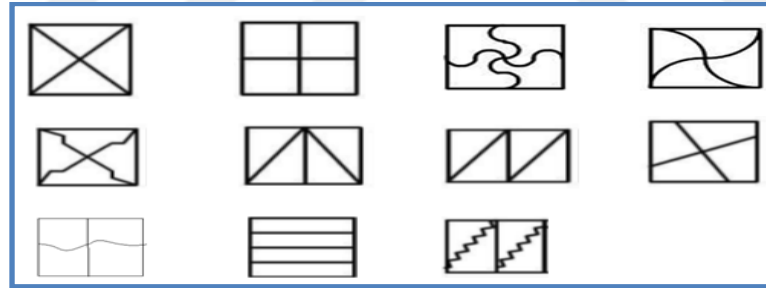
Tablo 21. Dördüncü Soru Esneklik Puanları İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Dünya/ Gezegen	Dünya oluşmazdı. Güneş sistemi olmazdı. Gezegenler yörüngelerinden çıkardı. Dünyanın dönüş yönü değişir, hareket etmezdi. Dünya çok saçma sapan bir yer olurdu. Depremler vb. doğal afetler olurdu. Patlamalar olurdu.
Çekim	Çekim kuvveti olmazdı (Yerçekimi, manyetik çekim vb.). Manyetik alan oluşmazdı.
...oluşmaz	Bileşikler oluşmazdı. Bütünlük/ nesnelere oluşmazdı. Kimyasal tepkimeler olmazdı. Elektrik / elektrikleşme olmazdı. Karışımlar oluşmazdı. Mıknatıslar oluşmazdı. Elementler oluşmazdı. Bağlar oluşmazdı. Su oluşmazdı. Hiçbir şey olmazdı.

Tablo 21 devamı

...çalışmaz	Makineler kullanılmaz / çalışmazdı. Bazı ayırma yöntemleri yapılamazdı.
Fizik	Fizik dersinde konu anlatımı değişirdi.
Canlı	İnsan vücudu bu şekilde olmazdı.
Atom/ atom altı tanecikler	Elektron kolay veya zor parçalanırdı, yönelmeleri değişirdi. Kararsız atomlar kararlı olamazdı. Atom ile atom altı tanecikler olmazdı.
...bozulur	Denge bozulurdu. Maddeler hareket edemezdi. Maddenin yapısı bozulurdu. Pillerin kullanımında bozukluk olurdu.
Gelişme	Farklı çalışmalar, icatlar yapılamazdı. Teknoloji gelişmezdi.

Soru-5 akıcılık ve özgünlük puanlarının toplamı şeklinde puanlanmıştır. Katılımcılardan bir kareyi dört eşit parçaya bölmeleri istenmiş ve katılımcı çizimleri puanlanmıştır. Buna göre, cevabın tekrar edilme sıklığı % 5'ten az olan her bir çizim için "3" puan, % 5-10 arasında tekrar eden çizimler için "2" puan ve katılımcılar tarafından % 10'dan fazla tekrar eden her bir çizim için "1" puan olarak puanlama yapılmıştır. Aşağıda Şekil 20'de ön-BYT'de karşılaşılan çizimler yer almaktadır.



Şekil 20. Ön-BYT'de karşılaşılan çizimler

Soru-6'da katılımcılardan iki metali aktiflik açısından karşılaştırabilmek için yöntem önerilerinde bulunmaları istenmiştir. Bu soruda puanlama "akıcılık+esneklik" ile "orijinallik" olmak üzere iki farklı puanlama olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar önerdikleri her bir yöntem için "2" puan, yöntemle ilgili açıklamalar yaptıklarında "2" puan elde etmişlerdir. Ayrıca orijinallik puanlaması yapılırken her bir yöntem ayrıca puanlanmıştır. Orijinallik puanlaması yapılırken, cevabın tekrar edilme sıklığı % 5'ten az olan her cevap için "4" puan, % 5-10 arasında tekrar eden çizimler için "2" puan olarak puanlama yapılmıştır. Aşağıda katılımcılar tarafından önerilen yöntemlerden bir kısmı sıralanmaktadır.

- Tepkimeye girip girme durumuna bakma.
- Eritme / ısıtma.
- Diğer metalleri çekebilme özelliğine bakma.
- Dayanıklılık.
- Mıknatıs tarafından çekilebilme.
- Elektrik iletkenliğine bakma.
- Elektron verme eğilimlere bakma.
- Periyodik sistemdeki yerine bakma.
- Ağırlıklarına bakma.
- Yanma tepkimelerine bakma.
- Ametallerle tepkimeye sokma.
- Farklı maddelerle karıştırma.
- Yoğunluğuna bakma.
- Ayrıçlar kullanma.
- Nötr bir çubuk yaklaştırma.
- Su ile tepkimesine bakma.
- Dışarıda bekletme (Oksijen (O₂) ile tepkimesine bakma).
- Parlaklığa bakma.
- Hassaslık derecelerini ölçme.
- İşlenebilirliğine bakma.
- Araştırma yapma.
- Yere atıldıklarında verdikleri zarara bakma.

Soru-7 için katılımcıların kütle korunumu sağlayacak bir deney düzeneği oluşturmaları istenmiştir. Bu soru ile ilgili öğrencilerin çizimler yapmaları ve çizimleri ile ilgili açıklamalarda bulunmaları beklenmiştir. Çizimi yapılan deney düzeneği ile ilgili olarak 3-9 puan aralığında puan verilmiştir. Buna ek olarak, genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 puan arasında da bir orijinallik puanı verilmiştir. Gerçek dışı ifadeler ayrıca puanlanmış ve ortak bir kararla ifadeye “1” puan, orijinalliğe de sıfır puan olacak şekilde puanlanmıştır. Aşağıdaki Tablo 22’de yedinci soruya ilişkin oluşturulan kategoriler sıralanmaktadır.

Tablo 22. Yedinci Soruya İlişkin Oluşturulan Kategoriler

Kategori no	Kategori adı
1	Tanecik boyutunda gösterim
2	Sayılarla ifade
3	Deney düzeneği oluşturulması
4	Örnek element ve bileşik kullanımı
5	Sürecin açıklanması
6	Diğer (Gerçek dışı ifadeler)

BYT’de yedi soru bulunmakta ve yukarıda da belirtildiği gibi soruların değerlendirilmesi farklı olmaktadır. Aşağıdaki Tablo 23’te BYT için sorulara göre değerlendirme kriterleri yer almaktadır.

Tablo 23. Bilimsel Yaratıcılık Testi Değerlendirme Kriterleri (Demir, 2014)

Sorular	Değerlendirme Kriterleri	Kriter Açıklaması
1	Akıcılık puanı	Kabul edilebilir her yanıtta 1 puan.
2	Esneklik puanı	Her farklı yaklaşımından 1 puan.
3	Orijinallik puanı	Kabul edilen tüm yanıtlar içerisinde %5'e girenler 2 puan;
4		%5 ile %10 arasına girenler 1 puan; %10'dan daha fazlaya girenler 0 puan.
5	Akıcılık puanı	Kabul edilebilir her yanıtta 1 puan
	Orijinallik puanı	Verilen yanıtlar içerisinde %5'e girenlere 3 puan, %5 ile %10 arasına girenlere 2 puan ve %10'dan daha fazlaya girenler ise 1'er puan.
6	Esneklik puanı	Yöntem içerisinde 3 puan araç, 3 puan ilkeler, 3 puan izlenen yoldan.
	Orijinallik puanı	Verilen cevaplar içinde %5'in altında ise 4 puan, % 5 ile %10 arasında ise 2 puan, yüzde %10'dan büyük ise 0 puan.
7	Esneklik	Her bir işlev için 3 puan.
	Orijinallik	1 ile 5 puan arasında puanlama.

Katılımcıların BYT'de yer alan açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar yukarıda ifade edildiği şekilde puanlanmıştır. Nitel verilerden hesaplanan puanlama sonucu veriler sayısallaştırılmış ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Katılımcıların bilimin doğasına ait boyutlar ile ilgili görüşleri puanlanırken öncelikle, katılımcı ifadeleri acemi (zayıf- naive), orta (değişken- transitional) ve uzman (yeterli-informed) olmak üzere üç kategoriye ayrılmış ve daha sonra bu kategoriler sorunun içerdiği her bir boyut için sayısal verilere dönüştürülmüştür. Bilimin doğasına ait boyutlar ve ilişkili olduğu sorular veri toplama araçları kısmında Tablo 16'da verilmiştir. Tabloya bakıldığında bir boyut için birden fazla soru bulunmaktadır. Örneğin, "Bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi" boyutu ile ilişkili üç soru bulunmaktadır. Katılımcı cevapları bu boyutlar dikkate alınarak incelenmiş ve istenilen cevapların verilip verilmemesine göre değerlendirilmiştir. Katılımcı verdiği cevapta bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi olmadığını düşünüyorsa "Acemi=1", etkisi olduğunu düşünüyor, soruyu kısmen açıklıyor fakat örnekler ortaya koyamıyor ise "Orta=2" ve bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi olduğu yönünde görüş bildirmiş, yeterli deliller sunmuş ise "Uzman=3" olarak kodlanmış ve kodlara göre 1 ile 3 arasında puanlama gerçekleştirilmiştir. Tereddütte kalınan ifadeler için tez danışmanı ile birlikte çalışılarak görüş birliğine varılmıştır.

Sorular puanlanırken, soruların ilişkili olduğu boyutlar ayrı ayrı kategorize edilerek puanlanmıştır. Örneğin VNOS-C anketinde yer alan birinci soru tanım (*Size göre fen bilimi nedir?*) ve fark (*Fen bilimini (fizik, kimya, biyoloji v.b.) diğer alanlardan (felsefe, din, v.b.) farklı kılan özellik ya da özellikler nelerdir?*) olarak iki kısımda incelenmiştir. Her bir kısım bilimin doğası boyutlarından ikinci ve üçüncü boyut dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bilimin doğası için oluşturulan kodlar ve kategoriler (boyutlar) bulgular bölümünde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi

İçerik analizi, üzerinde çalışılan konu ile ilgili görüşme, doküman, saha notlarından ortaya çıkan bulguların içeriğinin analiz edilmesi, düşüncelerdeki çeşitliliğin ve tekrar edilme durumlarının ortaya konmasına dayanır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bir başka ifadeyle, katılımcı düşüncelerinin önceden belirlenen ölçütlere göre, katılımcı düşüncelerini yansıtacak belli kelimeler (kodlar) dahilinde özetlenmesi olarak ifade edilebilir (Büyüköztürk vd., 2008). İçerik analizi belli işlem basamakları üzerinden yürütülür ve bu analiz ile nasıl sorusuna cevap aranır. Öncelikli olarak katılımcı ifadelerinden yola çıkılarak kod ve kategoriler oluşturulur. Daha sonra ise, kategorilerden yola çıkılarak temalara ulaşılır ve eldeki bulgular yorumlanarak sonuçlara ulaşılır (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Bu araştırmada genel olarak, öğretmenin ve öğrencilerin yarı yapılandırılmış görüşme protokolündeki soruları samimi olarak cevaplamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Görüşme sonucu katılımcı ifadelerinden elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir (Marshall & Rossman, 2006). Bu analizin tercih edilmesinin sebebi ne sorusu yerine analizde nasıl sorusuna cevap aranmasıdır. İçerik analizi sonucu hem öğretmen hem de öğrenci görüşleri ile ilgili olarak kod ve kategoriler oluşturulmuştur. Her bir soru için oluşturulan kodlar, kategorileri; kategoriler ise temaları oluşturmuş ve bu durum bulgular bölümünde tablolarla gösterilmiştir.

Öğretmen görüşü için kullanılan görüşme daha önce farklı öğretmen grupları ile denenmiş olduğundan ve bu çalışmada da benzer ifadeler ortaya çıktığından mevcut kategori ve tema yapısı dikkate alınmıştır (Eroğlu & Bektaş, 2016, s.49-50).

Sadece bir katılımcı olduğu için öğretmen ifadesinden kodlar oluşturulamamış, ifadeler aynen kullanılarak katılımcının düşünceleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Öğretmen görüşme protokolündeki sorular “STEM Temelli Etkinliklerin Kimya Derslerinde Kullanımı” olarak bir tema altında toplanmıştır. Tema altında yer alan sorulara bakıldığında, STEM eğitiminin kimya derslerinde kullanımı ile ilgili soruların bu tema altına alındığı görülmektedir. Dolayısıyla, soruların amaçlarını ifade eden anahtar kelime/kelimeler dikkate alınarak, kategoriler temayı oluşturmuştur. Örneğin, “Kimya derslerinin güçlendirilmesi için STEM temelli etkinliklerin kullanılabileceğini düşünüyor musunuz? Neden?” sorusu için kategori “Kimya Derslerinin Güçlendirilmesinde STEM Yaklaşımının Kullanımı” olarak belirlenmiştir. Tema altında yer alan kategoriler aşağıdaki Tablo 24’te gösterilmiştir. Ayrıca, bütün kategoriler bulgular bölümünde başlıklar halinde verilmiştir.

Tablo 24. Öğretmen Görüşmesi İçin Oluşturulan Tema ve Kategoriler

Tema	Kategori
STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımı	Kimya derslerinin güçlendirilmesinde STEM yaklaşımının kullanımı
	Kimya derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın avantajları
	Kimya derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın dezavantajları
	STEM temelli etkinliklerinin uygun olduğu kimya konuları
	Uygulamalar esnasında yaşanan zorluklar
	Kimya derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanacak öğretmenlere öneriler
	STEM temelli etkinlikleri kullanacak kimya öğretmenlerinin sahip olması gereken yeterlikler
STEM temelli etkinliklerin derslerde kullanımının devamlılığı	

Öğrenci görüşlerinin içerik analizi süreci de, öğretmen görüşlerinin içerik analizine benzer aşamalardan geçilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmeler ile ulaşılan ses kayıtları öncelikle transkript edilmiş ve yazıya dökülmüştür. Daha sonra kategori ve temalar oluşturulmuştur. Son olarak ise, öğrenci görüşlerinden yola çıkılarak kodlar oluşturulmuş ve kodlar altına alınan katılımcılar bulgular bölümünde her bir soru için ayrı ayrı tablolar halinde sunulmuştur.

Öğrenci görüşme formu dokuz açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Sorular üç kategoriye ve bu kategorilerde yer alan farklı temalara ayrılmıştır. Aşağıdaki Tablo 25’te oluşturulan temalar ve bu temalar altında yer alan kategoriler sunulmaktadır.

Tablo 25. Öğrenci Görüşme Protokolü İle İlgili Oluşturulan Kategori ve Temalar

Tema	Kategori
Uygulama ile diğer ders uygulamalarının karşılaştırılması	STEM uygulamaları ile geleneksel uygulamalar
Uygulama süreci	Kullanılan etkinlikler En çok beğenilen etkinlik Uygulama sürecinin öğrenciye katkıları Uygulama sürecinde yaşanan güçlükler Uygulama sürecinin ilginç yönleri
STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımı	STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımının kalıcılığı STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımının olumsuz yönleri STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımının olumlu yönleri STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımının devamlılığı

Deney ve kontrol grubunda uygulanan öğretim yöntemlerinin etkili bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmış ve analizi sayısal olarak (Hiçbir Zaman=1; Bazen=2; Daima=3) yapılmıştır. STEM-ÖS'ün etkili bir şekilde uygulandığını anlamak amacıyla gözlem formunda yer alan STEM-ÖS ile ilgili 17 maddenin puanına bakılmıştır. Puanlama 38 ile 55 arasında olduğundan ilgili derste STEM-ÖS'ün etkili uygulandığı kabul edilmiştir. Ayrıca ortaöğretim kimya programının ön gördüğü öğretim yöntemi ile ilgili 13 maddenin puanları incelenerek 34 ile 47 arasında puan alan ilgili dersin kimya öğretim programının ön gördüğü öğretim yöntemi ile etkili bir şekilde anlatıldığı kabul edilmiştir.

3.6. Etki Büyüklüğü ve Çalışmanın Gücü

Bir araştırma için oluşturulan hipotezleri kabul etmek veya reddetmek için null (sıfır) hipotezi ve alternatif hipotez oluşturulur. Null (sıfır) hipotezi; çalışmaya konu olan bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasında ilişkinin bulunmadığını (anlamlı fark yok) ifade eder. Alternatif hipotez ise null hipotezinin tam tersi olarak onun içermediği diğer durumları içerir.

Etki büyüklüğü, istatistiksel bir değer olup, Null (sıfır) hipotezi ile alternatif hipotez arasındaki fark olarak ifade edilir (Cohen, 1994). Etki büyüklüğü aynı zamanda pratik anlamlılık ifade eder ve örneklem sayısına bağlı olarak değişebilir (Fan, 2001). Etki

büyüklüğü hesaplanarak ve çalışma için uygun örneklem belirlenerek normal dağılım ve genellenebilirliğin sağlanması mümkün olur. Etki büyüklüğü aynı zamanda sonuçlar hakkında daha doğru bir karar verilmesine ve çalışmalar arasında karşılaştırmalar yapılabilmesine olanak sağlar (Cohen, 1990; Thompson, 2002).

Etki büyüklüğü bir araştırmada farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu amaçlardan birincisi, uygulama gerçekleştirilmeden önce gerekli minimum örneklem sayısının belirlenmesidir. Minimum örneklem sayısı çalışmanın gücü (Power) değeri kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu yolla, örneklem sayısının yeterli olmamasından kaynaklanan hataların önüne geçilerek anlamlı istatistiksel değerlerin elde edilmesi sağlanacaktır (Plucker, 1997).

İkinci amaç ise, etki büyüklüğü hesaplamaları yoluyla uygulamanın gerçek değeri/etkisi hakkında fikir edinilmesidir. Son olarak etki büyüklüğü, sonuçların nicel olarak karşılaştırılmasına olanak sağlar. Çalışmalarda elde edilen anlamlılık (p) değerleri, uygulamanın etkisi ile ilgili yeterli bilgi veremez. Bu yüzden çalışmalarda etki büyüklüğü ve çalışmanın gücü hesaplanmalı ve uygun şekilde yorumlanmalıdır.

Etki büyüklüğü alan yazında yaygın olarak 0,15 (medium) olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada da etki büyüklüğü (f^2) 0,15 olarak alınmıştır. Çalışmanın gücü (Power) 0,80 olarak kabul edilmiştir (Cohen, Cohen, West, & Aiken, 2003). Bu şekilde kabul edilmesinin sebebi yanlış null hipotezini (örneğin, STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi yoktur) reddetmedeki başarısızlık olasılığının (Tip II hata) yani beta değerinin 0,20 olarak kabul edilmesidir. Çalışmanın gücü ise 1-beta değerinden yola çıkılarak hesaplandığından çalışmanın başlangıçtaki gücü (yukarıda yazılan null hipotezini reddetme olasılığı) 0,80 olarak alınmıştır. Ayrıca, çalışmanın alfa değeri 0,05 olarak kabul edilmiştir. Bu değer ise doğru null hipotezini (örneğin, STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi vardır) reddetme olasılığıdır (Tip I hata). Bu değerler yardımıyla çalışma için gerekli minimum örneklem sayısı hesaplanmaya çalışılmıştır. Bunun için önce k_b (sabit faktör sayısı) hesaplanmıştır. Bu değer $k_b = n-1$ olarak ifade edilmektedir. Burada n grup sayısı olup, bu çalışma için deney ve kontrol olmak üzere ikidir. Böylece $k_b = 2-1=1$ olarak hesaplanmıştır. Tüm bunlardan yola çıkarak, $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,80$ ve $k_b = 1$ değerleri için Cohen ve arkadaşlarının (2003) kitabındaki tablolar kullanılarak L değeri 7,85 bulunmuştur. Bilimin doğası ve bilimsel

yaratıcılık ön test sonuçları kovaryanta atıldığından k_a (kovaryant sayısı) iki olarak alınmıştır. Bütün bu değerler kullanılarak N (örneklem sayısı) = $(L/ f^2) + k_a + k_b + 1$ formülünde değerler yerine konularak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonunda gerekli örneklem sayısı 56 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada katılımcı sayısı 133 olup minimum örneklem sayısının çok üstündedir.

Ayrıca, 133 katılımcı için L (value) değeri hesaplanmıştır. Bunun için $n = (L/ f^2) + k_c + 1$ formülü kullanılmıştır. Formülde yer alan k_c bağımsız değişken sayısını ifade etmektedir. Bu çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler; ön test- başarı, ön test- bilimin doğası, ön test- bilimsel yaratıcılık ve öğretim yöntemi olmak üzere dört tanedir. Değerler yerine konulduğunda $133 = L/ 0,15 + 4 + 1$ hesaplama sonucunda L değeri 19,2 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ile ilgili tablo incelendiğinde çalışmanın gücü 0,95 (calculated power) olarak kabul edilebilir çünkü Cohen ve arkadaşlarının (2003) $L = 18,57$ değeri için hesapladıkları çalışmanın başlangıcındaki gücü 0,95 olarak ifade edilmektedir. Başka bir ifadeyle, bu çalışma için L değeri 19,2 olarak bulunduğundan, hesaplanan çalışmanın gücü değeri 0,95 olarak kabul edilmiştir. Bu değer MANCOVA sonucunda bulunan gözlenen çalışmanın gücü değeri (observed power) ile karşılaştırılarak dış geçerlik açısından çalışmanın ulaşılabilir evrene genellenebilirliği tartışılacaktır.

3.7. Geçerlik ve Güvenirlik

Bu bölümde, araştırma ile ilgili geçerlik ve güvenirlik çalışmaları iki farklı başlık altında incelenmiştir. Birinci kısımda araştırmanın nicel veri toplama araçları ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilirken, ikinci kısımda araştırmanın nitel süreci ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

3.7.1. Nicel Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bir çalışmada sonuçların evrene genellenebilirlik derecesi dış geçerlik olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2008). Dış geçerlikle ilgili olarak; bu çalışmada kullanılan örneklem büyüklüğü evreni yansıtacak ve evrene genellenebilecek şekilde seçilmiştir. Çalışmanın başında belirlenen ulaşılabilir evrene genelleme yapabilmek için çalışmanın etki büyüklüğü ve gücü hesaplanmıştır. Ayrıca, örneklemde bulunan

katılımcı sayısı ile ilgili olarak evrenin en az %10'u ile çalışma kuralına uygun olarak hareket edilmiştir.

İç geçerlikle ilgili olarak ise; çalışmada kullanılan veri toplama araçları için kapsam geçerliği ve tehditlere yönelik çalışmalar yürütülmüştür. İç geçerlik ile ilgili yapılan çalışmalar kapsam geçerliği kapsamında aşağıda sırasıyla yer almaktadır. İç geçerliği tehdit eden unsurlar ise beşinci bölümde ayrıntılı incelenmiştir.

Kapsam (içerik) geçerliği, içerik ile çerçevenin tutarlı olması için ölçme aracında bulunan soruların ölçme amacına uygun olup olmadığının saptanması olarak tanımlanabilir (Fraenkel & Wallen; 2000). Kapsam geçerliğinin sağlanması için çeşitli yollara başvurulabilir. Bu yollar; ilgili alan yazının taranması, soru ya da madde havuzunun oluşturulması, uzman görüşüne başvurulması, belirtke tablosunun hazırlanarak ölçeğin/testin kazanım ve amaçlarının ortaya konması, puanlama rubriklerinin oluşturulması ve maddelerin uygunluğunun test edilmesi için pilot çalışma yapmak olarak sıralanabilir.

Çalışmada kullanılmak üzere araştırmacı tarafından hazırlanan APAB testi için uygulama öncesinde uzman görüşlerine başvurulmuştur. Test maddeleri oluşturulurken öncelikli olarak ilgili alan yazın ve diğer kaynaklar taranmış ve bir soru havuzu oluşturulmuştur. Kazanımlara yönelik olarak belirtke tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan soru havuzu içinden test maddelerinin seçimi, pilot uygulama sonrası gerekli revizyonların yapılması ve APAB'a son halinin verilmesi olmak üzere test geliştirme sürecinin başından sonuna kadar alanında uzman üç fen eğitimcisinin uzman görüşüne başvurulmuştur.

Ayrıca yine APAB ile ilgili olarak test maddelerine ilişkin rubrik ve belirtke tabloları hazırlanmıştır. Böylelikle test geliştirme aşamaları bir biçimde açıklanmıştır. Test soruları çoktan seçmeli olup, her bir soru için beş seçenek bulunmaktadır. Rubrik değerlendirmesi yapıldığında, her bir test maddesi için beklenen bir doğru cevap (1) vardır. Geliştirilen testte olumsuz (negatif) on soru bulunmaktadır.

APAB ile ilgili olarak kapsam geçerliğine kanıt sağlamak amacıyla ayırt edicilik indeksi hesaplanmıştır. Burada amaç, maddelere verilen cevapların alt ve üst gruplar arasında farklılaşp farklılaşmadığı tespit etmek ve buradan yola çıkarak da test

maddelerinin ayırt etme gücünü ortaya koymaktır (Ergin, 1995). Buna göre, oluşturulan alt ve üst grupların aritmetik ortalamalarının birbirinden farklılaşp farklılaşmadığını ortaya koymak için ilişkisiz örneklem t-testi (independent samples t test) kullanılmış olup, sonuçlar veri toplama araçları kısmında yer almaktadır.

Bu çalışmada, periyodik sistem konusu ile ilgili önceki çalışmalarda yer alan geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yeterli seviyede yapılmış bir başarı testi bulunamadığı için, ölçüt geçerliği çalışması yapılmamıştır. Ayrıca, başarı testinin cevap anahtarı sınıflama ölçeği düzeyinde hazırlandığı için (1;0) yapı geçerliği çalışması kapsamında faktör analizi çeşitleri de yürütülmemiştir.

Çalışmanın diğer nicel veri toplama aracı olan BYÖ ile ilgili olarak kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla ilgili alan yazın taranmış mevcut testler listelenerek birlikte değerlendirilmiştir. Hazır bir testin kullanılmasına karar verilmiş ve mevcut test “Atom ve Periyodik Sistem” konu içeriklerine göre kısmen düzenlenmiştir. Bu aşamada alanında uzman üç fen eğitimcisinin uzman görüşüne başvurulmuştur. Maddelerin uygunluğunun test edilebilmesi için pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma sonuçlarına göre yapılan değişiklikler veri toplama araçları kısmında bahsedilmiştir.

Araştırmada kullanılan bir diğer nicel veri toplama aracı VNOS-C dökümanıdır. Bu doküman sadece okunabilirlik ve öğrencilerin seviyesine uygunluğu açısından alanında uzman üç fen eğitimcisi tarafından kontrol edilerek kapsam geçerliği çalışması yapılmıştır. Güvenirlik bilimsel çalışmalarda sağlanması gereken ilk koşul olup, çalışma bulgularının tekrarlanabilirliğini ve tutarlılığını ifade etmekte kullanılır (Çepni, 2009). Bu çalışmada da güvenilirlik ile ilgili olarak APAB ve BYT için ayrı ayrı güvenilirlik analizi yapılmış ve Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı yorumlanmış (Tablo 9 ve Tablo 15), elde edilen puanların güvenilir olduğu ifade edilmiştir. Bir başka ifadeyle bu testlerden katılımcıların elde ettiği puanların güvenilirliği ile ilgili bilgiler veri toplama araçları kısmında sunulmuştur.

3.7.2. Nitel Veri Toplama Araçları ile İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Öğretmen ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme ile ilgili olarak, iç geçerliği (inandırıcılık-credibility) sağlamak için; görüşme öncesi uzman kontrolü,

katılımcı teyidi, görüşme öncesi açıklama, doğal bir sohbet ortamı oluşturma, çeşitleme ve doğrudan alıntılar gibi çeşitli önlemler alınmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeyi yapabilmek için hazırlanan görüşme formu içinde ifadeler oluşturulurken fen eğitimi alanında uzman üç fen eğitimcisinin görüşüne başvurulmak suretiyle ifadelerin ölçülmek isteneni ölçüp ölçmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan görüşme formu ayrıca bir kimya öğretmenin kontrolüne de sunulmuştur. Ayrıca, görüşme maddeleri okunabilirlik ve anlaşılabilirlik açısından farklı iki öğretmen tarafından değerlendirilmiştir. Uzman görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda görüşme formuna son şekli verilmiştir. Görüşmeler yaklaşık 20 dakika sürmüş, görüşmeler ses kayıt cihazına alınarak daha sonra yazıya dökülmüş (Ek 11), katılımcıların görüşme sorularına verdikleri cevaplar bulgular kısmında ayrıntılı olarak incelenmiş ve doğrudan alıntılarla sunulmuştur. Yukarıda da ifade edildiği gibi görüşme esnasında katılımcıların vermiş oldukları ifadeler kendilerine teyit ettirilmiştir. Ayrıca, görüşme sonrasında ise kendilerine ses kayıtları dinlettirilerek tekrar bir teyit daha alınmıştır. Bu araştırmada görüşme, gözlem, anket ve test olmak üzere farklı veri toplama araçlarından veriler elde edilerek veri çeşitlemesi yapılmıştır. Hem nicel hem de nitel yöntem ve onların desenleri kullanıldığı için yöntem/desen çeşitlemesi yapılmıştır. Ayrıca, farklı örneklem yöntemleri kullanılarak çalışmanın katılımcıları belirlendiği için örneklem çeşitlemesi yapılmıştır. Bu paragrafta buraya kadar bahsedilen durumların hepsi görüşmeler kapsamında çalışmanın iç geçerliğini (inandırıcılığı) güçlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış gözlem yapmak için hazırlanan gözlem formu oluşturulurken üç fen eğitimcisinin görüşüne başvurulmuştur. Ayrıca, ders uygulamalarının tamamı video ile kayıt altına alınmıştır. Video kayıtları gözlem formları yorumlanırken incelenmiş ve gözlem notlarını desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Bu bahsedilen durumlar da gözlem kapsamında çalışmanın iç geçerliğini artırmıştır.

Çalışmada ayrıntılı betimlemeler yapılarak çalışmanın dış geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın dış geçerliğini sağlamak için ise; araştırma modeli, örneklem, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin analizi ve bulguların nasıl düzenlendiği ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Araştırmada veri toplama araçları yoluyla elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında ve detaylandırılarak sunulmuştur. Araştırmanın sürecinde her aşamanın detaylı olarak açıklanmasının sebebi

okuyucunun süreci net bir biçimde anlamasına yardımcı olmaktır. Yine sürecin net olarak anlaşılmasını sağlamak için uzun cümlelerden kaçınılmış, açık ve anlaşılır bir dil kullanılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, amaçlı örneklem çeşitlerinden uygun durum örnekleme kullanılarak, katılımcıları çalışmanın amacına katkı sağlayacak uygun bireylerden oluşması sağlanarak yine dış geçerlik artırılmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın iç güvenilirliğini sağlamak için araştırmada görüşmeden elde edilen katılımcı ifadeleri içerik analizi ile analiz edilerek temaların kategorileri kapsayacak şekilde geniş kapsamlı olmasına dikkat edilmiştir. Burada, tema, kategori ve kodların genel olarak bütünlük içinde olması sağlanmıştır. Bu bütünlük araştırmacı ve tez danışmanının kodlar hakkında fikir birliğine varmasıyla sağlanmıştır. Araştırmanın bulgularının tamamı yorum yapılmadan okuyucuya sunulmuş, kayıt cihazı ve video aracı kullanılarak veri kaybı önlenmiştir. Bu durum araştırmanın iç güvenilirliğini (tutarlılığını) arttırıcı bir etkiye sahiptir. Ayrıca, araştırma sürecinin tamamında süreç tez danışmanı tarafından takip edilmiş, değerlendirilmiş ve tez danışmanından alınan geri dönütler ışığında gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Son olarak da, veriler sonuç kısmında uygun şekilde tartışılmış, dolayısıyla çalışmanın dış güvenilirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, araştırmada yanlı tutumu ortadan kaldırmak amacıyla araştırmacı dışında farklı bir uygulayıcı (kimya öğretmeni) olması tercih edilmiştir. Buna ek olarak dersler bir uzman (araştırma görevlisi) tarafından gözlenmiş ve değerlendirilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu kısımda yer alan bulgular, nicel ve nitel bulgular olmak üzere iki farklı başlık altında ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, nicel veri toplama araçlarından elde edilen ön test ve son test sonuçları için betimsel istatistik sonuçları ve çıkarımsal istatistik sonuçları farklı başlıklar altında sunulmuş ve incelenmiştir.

4.1. Nicel Veriler ile İlgili Bulgular

4.1.1. Betimsel istatistik Bulguları

Çalışmanın başında çalışmaya 137 katılımcı ile başlanmıştır. Daha sonra yapılan betimsel istatistik (Q-Q plot grafikleri) analiz sonuçlarından yola çıkılarak normal dağılımı etkileyeceği düşünülen kontrol grubunda yer alan dört katılımcı uç değer olarak kabul edilmiş ve çalışmanın dışına çıkarılmıştır. Geri kalan 133 katılımcıya ait veriler üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak kontrol ve deney gruplarının nasıl belirlendiğine dair bulgulara yer verilmiştir. Daha sonra ise, deney ve kontrol grupları için Ön-APAB ve Son-APAB, Ön-BYT ve Son-BYT ile Ön- VNOS-C ve Son- VNOS-C verilerine ait betimsel istatistik bulgularına yer verilerek veri toplama araçlarından elde edilen puanların gruplar açısından normal dağılıp dağılmadığına bakılmıştır.

Araştırmada kullanılan deney ve kontrol grupları belirlenirken, öncelikli olarak ön-APAB sonuçları one way ANOVA'ya (Tek yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. Bu testin analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 26'ya göre incelendiğinde, Levene testi anlamlılık değerinin (p değeri) .05'e eşit olmasından dolayı sınıflar arasında varyanslar açısından anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla varyanslar eşit kabul edilerek sınıflar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı yorumlanmıştır.

Tablo 26. Sınıfların Ön-APAB Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Varyans Analizi

Sonucu				
Değişkenler	F	df1	df2	Sig.
Ön- APAB	2.686	3	129	.05

Dört sınıf olarak incelemeler yapılmıştır. Tablo 26’da yer alan değerler incelenmiş ve p değerinin .05’e eşit olduğu görülmüştür ($F_{(3,129)} = 2,686$; $p = .05$). Buradan tüm sınıflar arasında fark bulunmadığı sonucuna varılabilir. Daha ayrıntılı olarak değerlendirme yapabilmek için dört sınıf Ön- APAB sonuçları açısından irdelenmiştir. Bunun içinde, sınıflar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını anlamak amacıyla Scheffe değerlerine bakılmış ve bu değerler Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. Ön-APAB Puanları Arasındaki Farkın Kaynağını Belirlemek Üzere Uygulanan Posthoc Testlerine İlişkin Scheffe Testi Sonuçları

	Sınıf (I)	Sınıflar (J)	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	p
Scheffe	1	2	1.76	0.71	0.11
		3	0.54	0.73	0.91
		4	0.44	0.71	0.94
	2	1	-1.76	0.71	0.11
		3	-1.23	0.73	0.42
		4	-1.32	0.71	0.33
	3	1	-0.54	0.73	0.91
		2	1.23	0.73	0.42
		4	-0.09	0.73	1.00
	4	1	-0.44	0.71	0.94
		2	1.32	0.71	0.33
		3	0.09	0.73	1.00

p < 0.05 ise anlamsız

Tablo 27 ayrıntılı olarak incelendiğinde p değerlerinin 0.05’ten büyük olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkılarak Scheffe sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır denilebilir. Bu yüzden dört grup için ortalama değerlere bakılmıştır. Aşağıdaki Tablo 28’de dört sınıf için APAB ön test aritmetik ortalama ve standart sapma sonuçları yer almaktadır.

Tablo 28. Ön- APAB Ortalama Puanlarının Sınıflara Göre Dağılımı

Sınıf	Ortalama	S. Sapma	N
1	7.4706	2.38982	34
2	5.7059	3.06030	34
3	6.9355	3.64175	31
4	7.0294	2.61099	34
Toplam	6.7820	2.98820	133

Yukarıdaki Tablo 28 incelenmiş ve grupların belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Ön-APAB ortalaması en yüksek olan sınıf ile en düşük olan sınıf deney gruplarını oluştururken (sınıf 1 ve sınıf 2), ortalama açısından ikinci ve üçüncü sırayı alan sınıflar (sınıf 3 ve sınıf 4) ise kontrol grupları olarak atanmıştır. Buna göre sınıf 1 ve sınıf 2 deney grubu olarak, sınıf 3 ve sınıf 4 kontrol grubu olarak atanmıştır.

Araştırmada toplanan veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizi öncesinde, toplanan verileri için parametrik veya parametrik olmayan testlerden hangisinin kullanılabileceği belirlenmiştir. Bunun için toplanan verilerin parametrik testlerin varsayımlarını karşılayıp karşılamadığına bakılmıştır. İlgili alan yazın incelendiğinde parametrik testlerin uygulanabilmesi için karşılanması gereken varsayımlar aşağıda belirtildiği şekildedir (Pallant, 2016).

- Veriler aralıklı ya da oransal olmalıdır.
- Veriler normal dağılıma uymalıdır.
- Grup varyansları eşit olmalıdır.

Elde edilen veriler eşit aralıklı ölçek kullanılarak analiz edildiğinden yukarıda belirtilen birinci varsayım karşılanmaktadır. Verilerin kontrol ve deney grupları açısından normal dağılıp dağılmadığını anlamak için, ilk olarak Kolmogorov Smirnov testi kullanılmıştır. Bu testin kullanılmasının sebebi, örneklem büyüklüğünün 50'den fazla olmasıdır (Pallant, 2016). Aşağıda Tablo 29'da Ön-VNOS-C, Ön-BYT ve Ön-APAB normallik testi analiz sonuçları yer almaktadır.

Tablo 29. Ön-VNOS-C, Ön-BYT ve Ön- APAB Normallik Testi Analiz Sonuçları

Testler	Sınıf	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	p	Statistic	df	p
Ön-VNOS-C	Deney	.173	68	.000	.937	68	.002
	Kontrol	.168	65	.000	.901	65	.000
Ön-BYT	Deney	.060	68	.200*	.980	68	.349
	Kontrol	.145	65	.002	.963	65	.046
Ön- APAB	Deney	.107	68	.050	.973	68	.149
	Kontrol	.117	65	.027	.973	65	.168

Tablo 29'a bakıldığında ön test skorları için, bilimin doğası kontrol ve deney ile bilimsel yaratıcılık kontrol grupları için skorlar normal dağılmıyor olarak görülmektedir. Fakat normal dağılıma karar verilebilmesi için geçerli tek ölçüt olarak Kolmogorov Smirnov normallik testi olmadığı için diğer normallik ölçütleri de dikkate

alınarak karar verilmeye çalışılmıştır. Aşağıda Tablo 30’da Son-VNOS-C, Son-BYT ve Son- APAB normallik testi analiz sonuçları yer almaktadır.

Tablo 30. Sontestlerin Normallik Testi Analiz Sonuçları

Testler	Sınıf	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	p	Statistic	df	p
Son-VNOS-C	Deney	.093	68	.200*	.975	68	.187
	Kontrol	.204	65	.000	.923	65	.001
Son-BYT	Deney	.057	68	.200*	.981	68	.386
	Kontrol	.069	65	.200*	.979	65	.323
Son- APAB	Deney	.113	68	.031	.977	68	.256
	Kontrol	.101	65	.099	.985	65	.634

Tablo 30 incelendiğinde son testi bilimin doğası kontrol grubu ve akademik başarı deney grubu için p değerlerinin .05’ten küçük olduğu ve bu yüzden normal dağılım göstermediği söylenilebilir. Normal dağılım için gerekli diğer ölçütler de dikkate alınarak değerlendirme yapılmasına karar verilmiştir.

Normal dağılımın test edilebilmesi için ikinci olarak merkezi eğilim ölçülerinden olan aritmetik ortalama, mod ve ortanca değerleri hesaplanmıştır. Normal dağılımın kabul edilebilmesi için merkezi eğilim ölçülerinin birbirine yakın veya eşit olması gerekmektedir (George & Mallery, 2001).

Çarpıklık ve basıklık değerlerinin belli bir aralık içinde dağılması da normal dağılım göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerleri için -1 ile +1 aralığı yaygın olarak kabul gören bir değer aralığıdır. Elde edilen değerlerin bu aralık içinde yer alması normal dağılımın sağlandığına kanıt olarak kabul edilmiştir (Büyüköztürk, Çokluk & Köklü, 2007). Aşağıdaki Tablo 31’de VNOS-C, BYT ve APAB ön test/ son test aritmetik ortalama, mod, ortanca, çarpıklık ve basıklık değerleri yer almaktadır.

Tablo 31. VNOS-C, BYT ve APAB Ön Test/ Son Test Betimsel İstatistik Değerleri

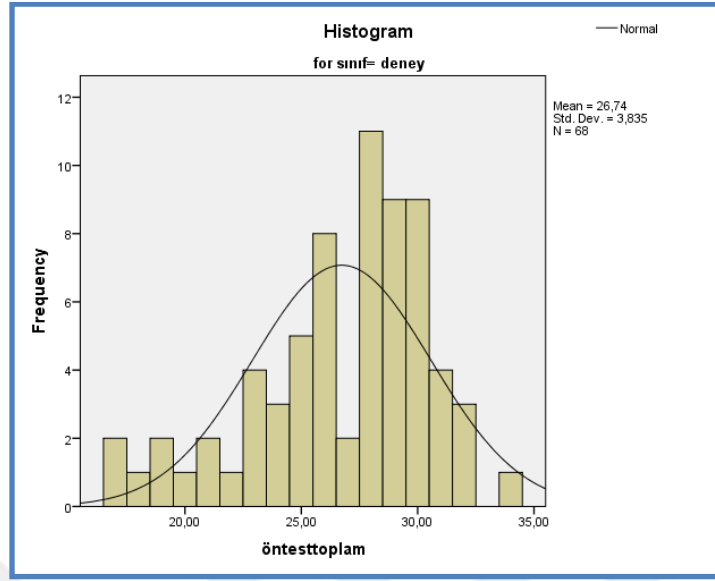
Grup	N	A. Ortalama (Mean)	Tepe değer (Mode)	Ortanca (Median)	SD	Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)	Min	Max
Ö-VNOS-C									
Deney	68	26.735	28	28	3.835	-0.806	0.21	17	34
Kontrol	65	25.338	27	28	5.023	-1.124	0.877	11	33
Ö-BYT									
Deney	68	23.779	24	24	7.934	0.061	-0.712	8	40
Kontrol	65	20.415	19	16	5.533	0.498	0.821	8	37

Tablo 31 devamı

Grup	N	A. Ortalama (Mean)	Tepe değer (Mode)	Ortanca (Median)	SD	Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)	Min	Max
Ö-APAB									
Deney	68	6.588	6.5	7	2.866	0.315	-0.413	1	14
Kontrol	65	6.985	7	8	3.12	0.136	-0.188	1	15
S-VNOS-C									
Deney	68	39.338	39	38	5.399	-0.366	0.306	24	50
Kontrol	65	30.107	31	31	4.731	0.006	-0.597	15	49
S-BYT									
Deney	68	43.647	43	43	9.326	0.116	-0.764	26	63
Kontrol	65	29.615	29	30	8.844	0.609	-0.166	15	52
S-APAB									
Deney	68	18.456	19	20	3.715	-0.142	0.267	10	27
Kontrol	65	10.892	10	10	3.792	0.024	-0.17	2	20

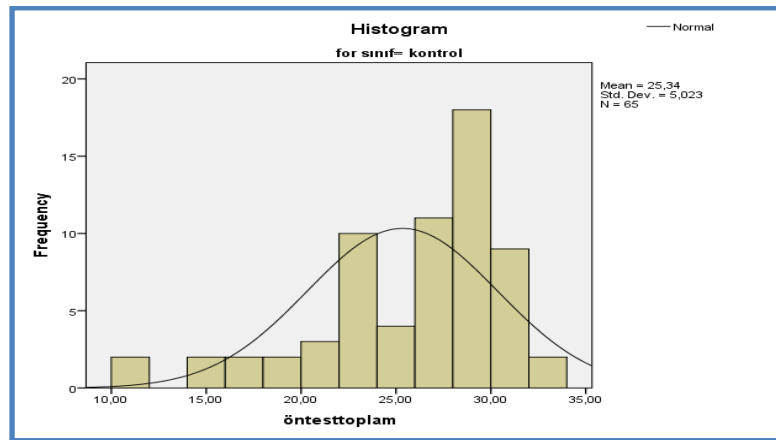
Yukarıdaki Tablo 31 yorumlanırken deney ve kontrol grupları için ön test (Ö-VNOS-C, Ö-BYT ve Ö-APAB) ve son test (S-VNOS-C, S-BYT ve S-APAB) sonuçlarının tamamı ayrı ayrı incelenmiştir. İlk olarak elde edilen verilere ait ortalama, tepe değer ve ortanca değerlerinin bir birine eşit veya yakın olup olmadığına bakılmıştır. Daha sonra ise basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta yer alıp almadığı incelenmiştir. Son olarak da normal dağılım grafiklerine yer verilmiştir.

Tablo 31’de görüldüğü üzere deney grubu öğrencilerinin bilimin doğası hakkında görüşler ön-testindeki aritmetik ortalama (26.73), mod (28.00) ve ortanca (28.00) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca çarpıklık (-.806) ve basıklık (.210) değerlerinin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle VNOS-C ön-test puanlarının deney grubu öğrencileri açısından normal dağıldığı kabul edilmiştir (George & Mallery, 2001). Aşağıda Şekil 21’de deney grubu için bilimin doğası ön-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



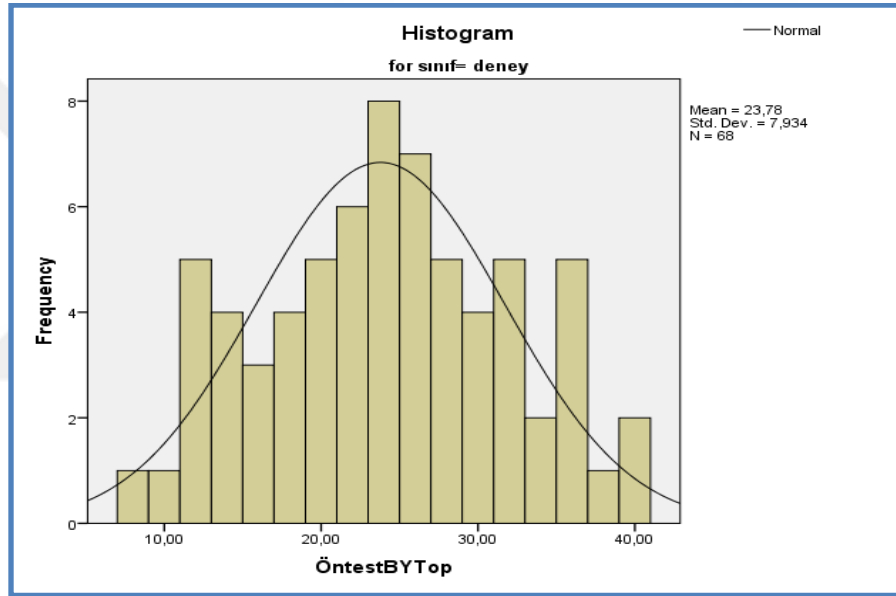
Şekil 21. Deney grubu için bilimin doğası ön-test puanları normal dağılım grafiği

Bilimin doğası hakkında görüşler ön test sonuçları kontrol grubu öğrencileri için incelendiğinde, aritmetik ortalama (25.33), mod (27.00) ve ortanca (28.00) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca, basıklık (.877) değerinin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Çarpıklık (-1.124) değeri -1 değerinin biraz dışına çıkmış olmasına rağmen bu iki değerin (basıklık ve çarpıklık) kabul edilebilir değerler olduğu ön görülmüş ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle VNOS-C ön test puanları normal dağılım kabul edilmiştir. Aşağıda Şekil 22’de kontrol grubu için bilimin doğası ön-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



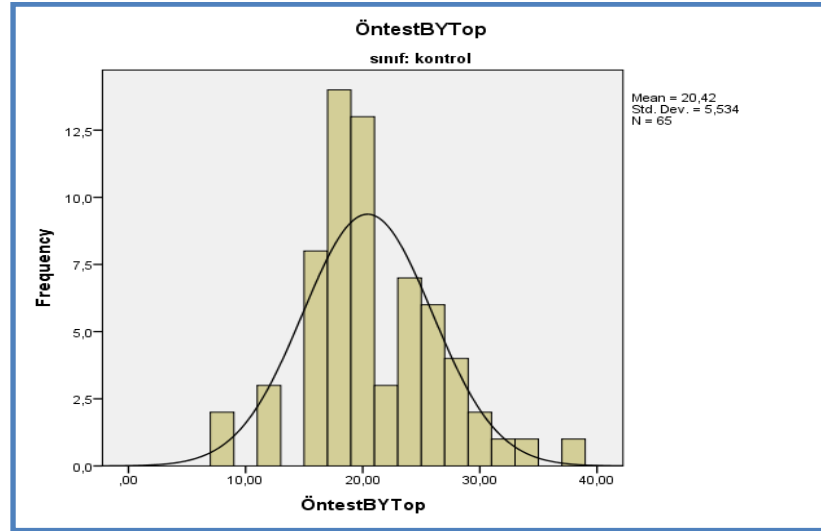
Şekil 22. Kontrol grubu için bilimin doğası ön-test puanları normal dağılım grafiği

Bilimsel yaratıcılık ön test sonuçları deney grubu için incelenmiştir. Buna göre, bilimsel yaratıcılık ön-testindeki aritmetik ortalama (23.77), mod (24.00) ve medyan (24.00) değerlerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık .061 ve basıklık -.712 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, medyan ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle deney grubu için BYT ön-test puanları normal dağılmaktadır yorumu yapılabilir. Aşağıda Şekil 23'te deney grubu için bilimsel yaratıcılık ön-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



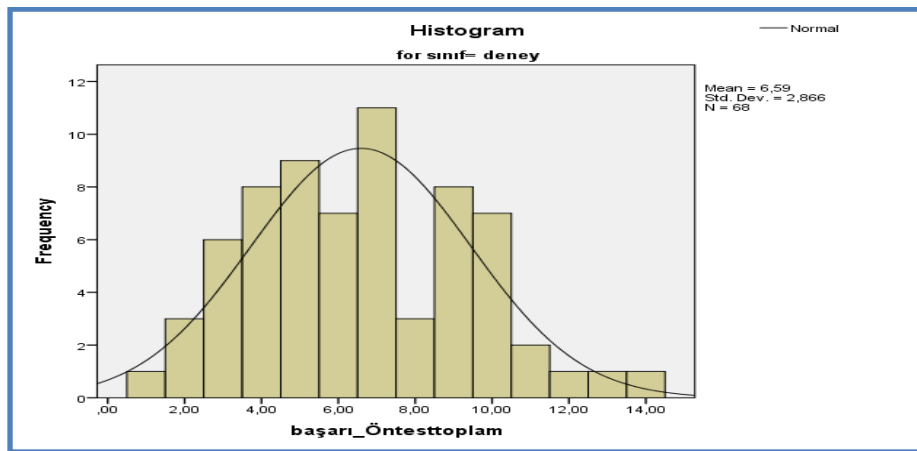
Şekil 23. Deney grubu için BYT ön-test puanları normal dağılım grafiği

Bilimsel yaratıcılık ön test sonuçları ayrıca kontrol grubu için de incelenmiştir. Buna göre aritmetik ortalama (20.41), mod (19.00) ve ortanca (16.00) değerlerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık .498 ve basıklık .821 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle kontrol grubu için BYT ön-test puanları normal dağılmıştır. Aşağıda Şekil 24'te kontrol grubu için bilimsel yaratıcılık ön-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



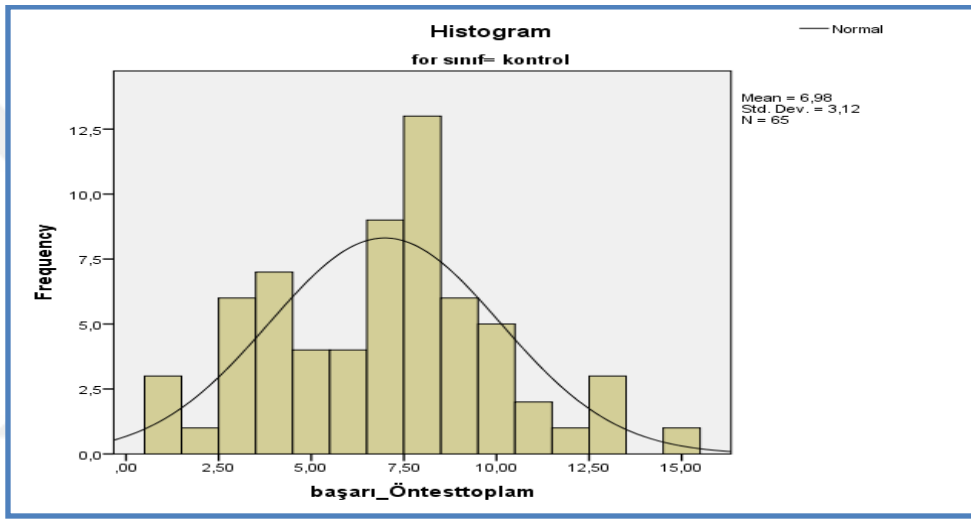
Şekil 24. Kontrol grubu için BYT ön-test puanları normal dağılım grafiği

En son olarak da akademik başarı ön test sonuçları incelenmiştir. Buna göre, akademik başarı ön-testindeki deney grubu için aritmetik ortalama (6.588), mod (6.50) ve medyan (7.00) değerlerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık .315 ve basıklık -.413 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, medyan ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle deney grubu için APAB ön-test puanları normal dağılmaktadır şeklinde yorumlanabilir (Clement, 1999; George & Mallery, 2001). Aşağıda Şekil 25’de deney grubu için akademik başarı ön-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



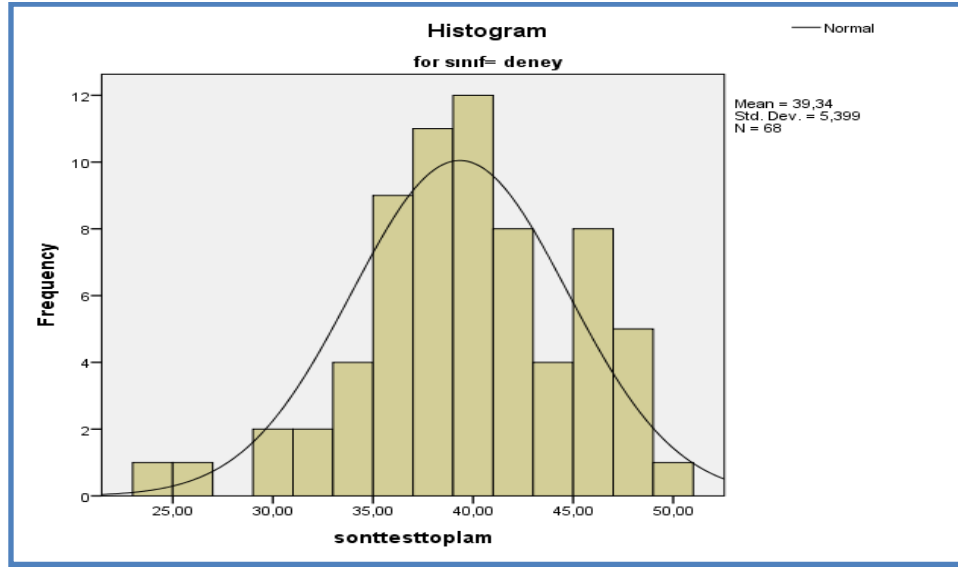
Şekil 25. Deney grubu için APAB ön-test puanları normal dağılım grafiği

Akademik başarı ön test sonuçlarına kontrol grubu için bakıldığında, aritmetik ortalama (6.98), mod (7.00) ve ortanca (8.00) değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık .136 ve basıklık -.188 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle kontrol grubu için APAB ön-test puanları normal dağılmaktadır şeklinde yorumlanabilir. Aşağıda Şekil 26'da kontrol grubu için akademik başarı ön-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



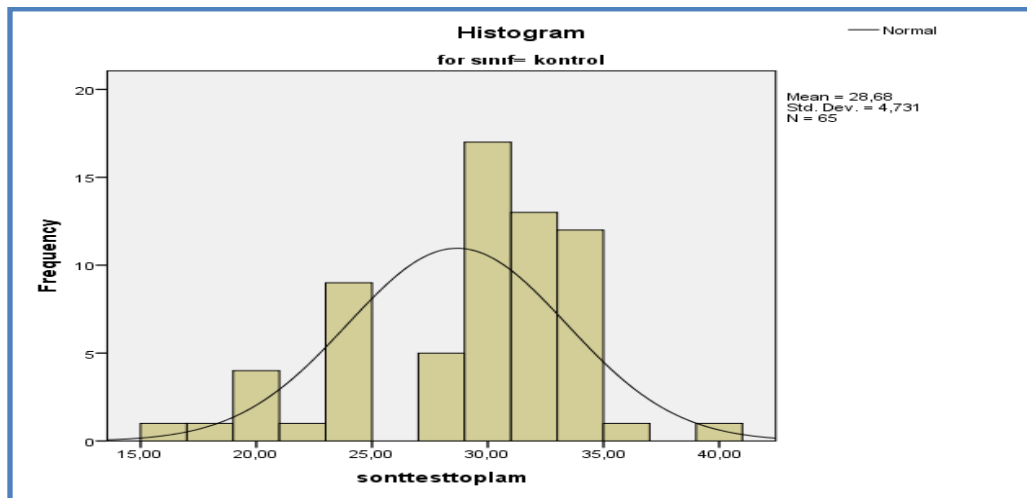
Şekil 26. Kontrol grubu için APAB ön-test puanları normal dağılım grafiği

Katılımcılar için son test sonuçları ayrıca incelenmiştir. Buna göre, deney grubu öğrencileri için bilimin doğası hakkında görüşler son-testindeki aritmetik ortalama (39.33), mod (39.00) ve ortanca (88.00) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık (-.366) ve basıklık (.306) değerlerinin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle VNOS-C son-test puanlarının deney grubu açısından normal dağıldığı kabul edilmiştir. Aşağıda Şekil 27'de deney grubu için bilimin doğası son-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



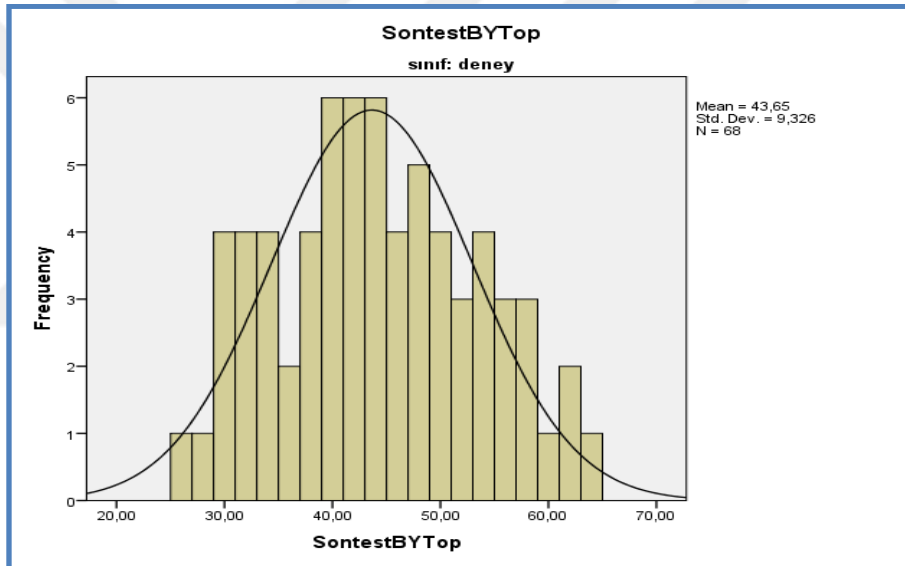
Şekil 27. Deney grubu için VNOS-C son-test puanları normal dağılım grafiği

Bilimin doğası hakkında görüşler son test sonuçları kontrol grubu öğrencileri için incelendiğinde, aritmetik ortalama (28.67), mod (30.00) ve ortanca (29.00) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık (-0.807) ve basıklık (0.262) değerlerinin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle kontrol grubu için VNOS-C son-test puanlarının normal dağıldığı kabul edilmiştir. Aşağıda Şekil 28’de kontrol grubu için bilimin doğası son-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



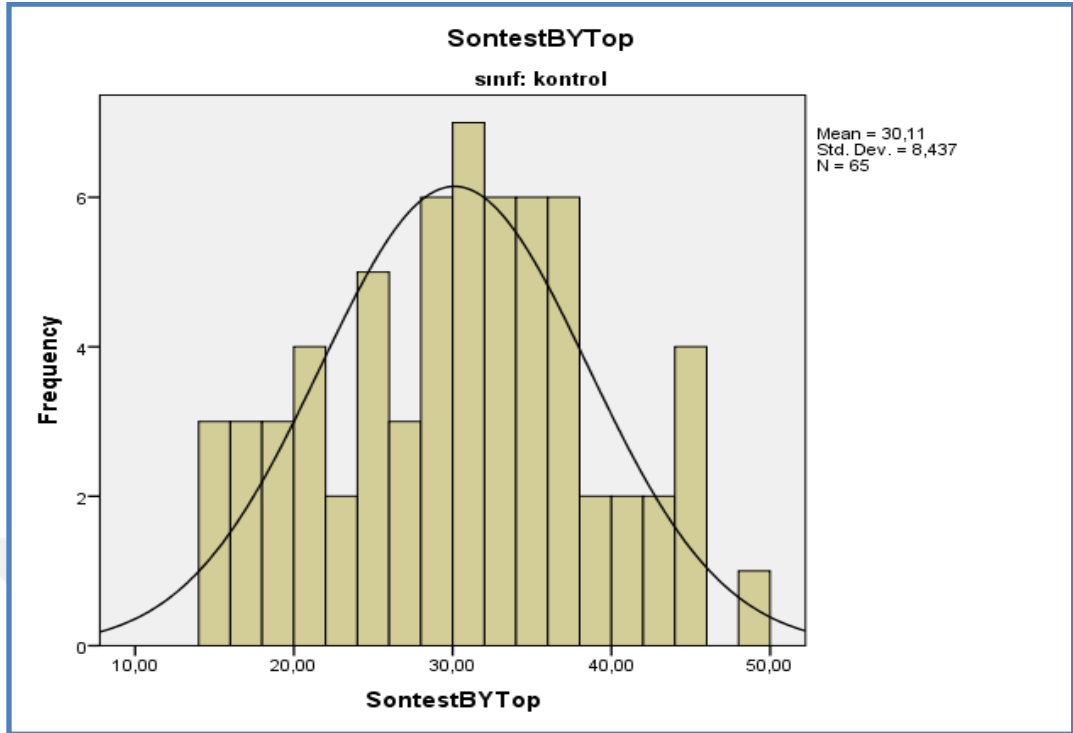
Şekil 28. Kontrol grubu için VNOS-C son-test puanları normal dağılım grafiği

Bilimsel yaratıcılık son test sonuçları deney grubu için incelenmiştir. Buna göre bilimsel yaratıcılık son-testindeki aritmetik ortalama (43.647), mod (43.00) ve ortanca (43.00) değerlerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu görülmektedir. Ayrıca, bilimsel yaratıcılık son-test için çarpıklık 0.116 ve basıklık -0.764 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle bilimsel yaratıcılık deney grubu için son-test puanları normal dağılmaktadır şeklinde yorumlanabilir. Aşağıda Şekil 29'da deney grubu için bilimsel yaratıcılık son-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



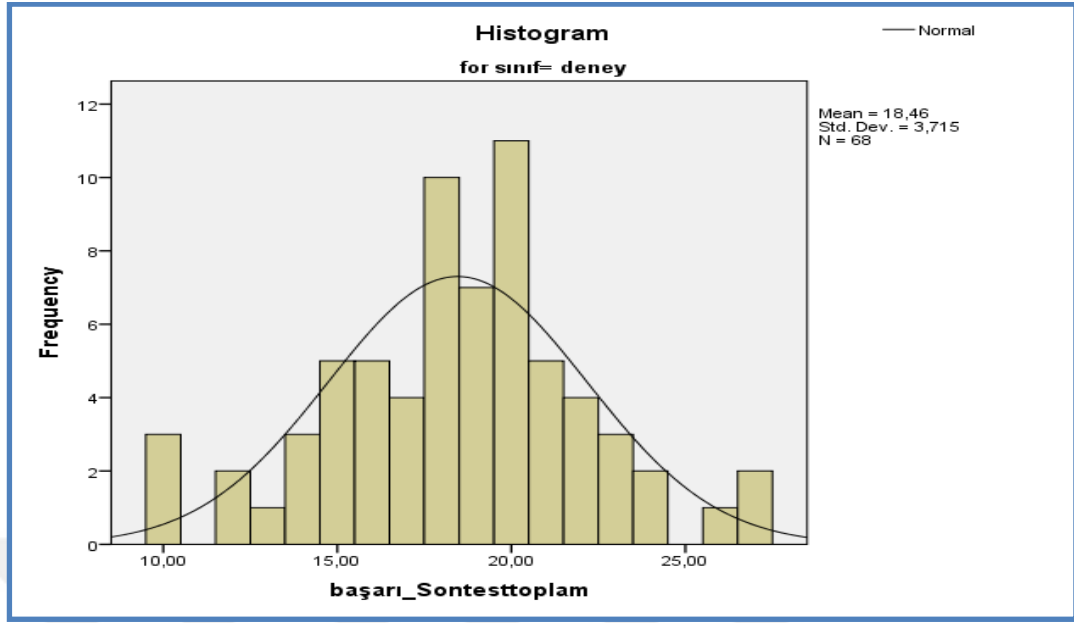
Şekil 29. Deney grubu için BYT son-test puanları normal dağılım grafiği

Bilimsel yaratıcılık son test sonuçları kontrol grubu için incelendiğinde, aritmetik ortalama (29.61), mod (29.00) ve ortanca (30.00) değerlerinin birbirine eşit olduğu söylenebilir. Ayrıca, bilimsel yaratıcılık ön-test için çarpıklık 0.609 ve basıklık -0.166 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle kontrol grubu için BYTson-test puanları normal dağılmaktadır yorumu yapılabilir. Aşağıda Şekil 30'da kontrol grubu için bilimsel yaratıcılık son-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



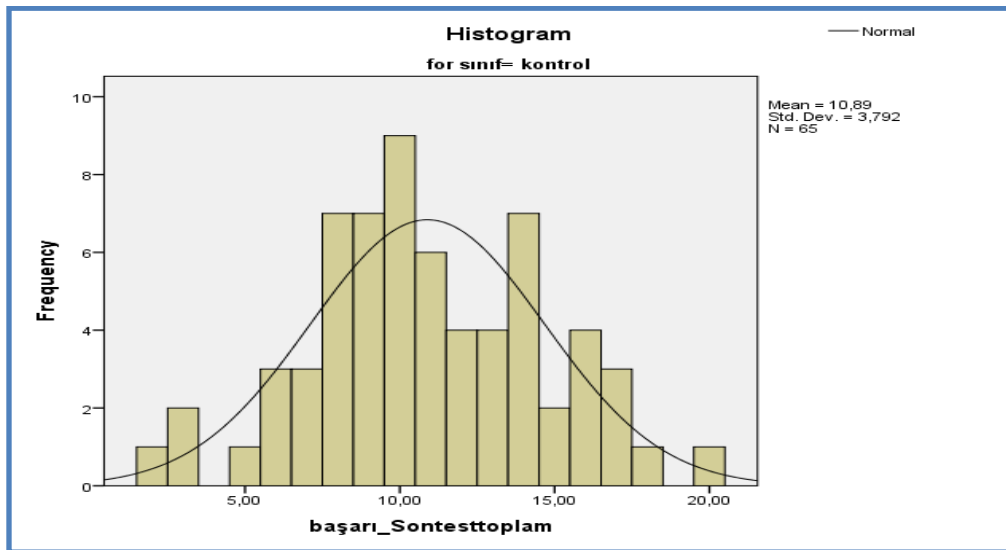
Şekil 30. Kontrol grubu için BYT son-test puanları normal dağılım grafiği

Son olarak akademik başarı son test sonuçları incelenmiştir. Buna göre deney grubu için aritmetik ortalama (18.45), mod (19.00) ve ortanca (20.00) değerlerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu görülmektedir. Ayrıca, akademik başarı son-test için çarpıklık -0.142 ve basıklık 0.267 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle deney grubu için APAB son-test puanları normal dağılmıştır. Aşağıda Şekil 31’de deney grubu için akademik başarı son-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



Şekil 31. Deney grubu için APAB son-test puanları normal dağılım grafiği

Akademik başarı son test sonuçlarına kontrol grubu için bakıldığında, aritmetik ortalama (10.89), mod (10.00) ve ortanca (10.00) değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir. Ayrıca, çarpıklık 0.024 ve basıklık -0.170 olarak belirlenmiş ve bu değerlerin +1 ile -1 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, basıklık ve çarpıklık değerlerinin istenilen aralıkta olması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakın olması sebebiyle kontrol grubu APAB son-test puanları normal dağılmıştır. Aşağıda Şekil 32’de kontrol grubu için akademik başarı son-test puanları normal dağılım grafiği yer almaktadır.



Şekil 32. Kontrol grubu için APAB son-test puanları normal dağılım grafiği

Parametrik testlerin kullanılması için (bu çalışmada MANCOVA) yukarıda da görüldüğü gibi normal dağılım varsayımı sağlandıktan sonra (Clements, 1999) son olarak “Grup varyansları eşit olmalıdır” varsayımı karşılanmaya çalışılmıştır. Bununla ilgili olarak grupların APAB, BYT ve VNOS-C ön test sonuçları ile son test sonuçları ayrı ayrı analiz edilmiştir. Aşağıda yer alan Tablo 32 ve Tablo 33’de analiz sonuçları yer almaktadır.

Tablo 32. Varyansların Eşitliğine Ait Ön Test Analiz Sonuçları

Testler	Levene Testi		İlişkisiz örneklem t-testi		
	F	Sig.	df	Sig.(2-tailed)	
Ö-VNOS-C	Varyanslar eşitse	3.606	.060	131	.073
	Varyanslar eşit değilse			119.693	.075
Ö-BYT	Varyanslar eşitse	8.212	.005	131	.004
	Varyanslar eşit değilse			120.645	.004
Ö-APAB	Varyanslar eşitse	.100	.752	131	.447
	Varyanslar eşit değilse			128.827	.447

p<0.05

Tablo 33. Varyansların Eşitliğine Ait Son Test Analiz Sonuçları

Testler	Levene Testi		İlişkisiz örneklem t-testi		
	F	Sig.*	df	Sig. (2-tailed)	
S-VNOS-C	Varyanslar eşitse	.728	.395	131	.000
	Varyanslar eşit değilse			130.030	.000
S-BYT	Varyanslar eşitse	11.032	.001	131	.000
	Varyanslar eşit değilse			116.463	.000
S-APAB	Varyanslar eşitse	.192	.662	131	.000
	Varyanslar eşit değilse			130.434	.000

* : <0.05

Levene’s testi incelendiğinde BYT ön test ve son testinde kontrol ve deney grubu varyanslarının birbirine eşit olmadığı söylenebilir. Bu iki test için grupların varyanslarının eşit olmadığı durumlarda belirtilen önem (sig) değeri alınarak yorumlama yapılacağından dolayı gruplar arasından tüm testler açısından bu varsayımın da karşılandığı varsayılmıştır. Yukarıda tartışılan varsayımlar neticesinde bu çalışmadaki verilerin analizleri için parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Dolayısıyla aşağıda parametrik testlere dayalı çıkarımsal istatistik bulguları verilmiştir.

4.2. Çıkarıma Dayalı İstatistik Bulguları

Bu bölümde ortak değişkenlerin belirlenmesi, MANCOVA'nın varsayımları ve MANCOVA sonuçlarına ait bulgular incelenmeye çalışılmıştır. Bu araştırmada bağımlı değişken sayısı birden fazla olduğu için MANOVA veya MANCOVA'nın verilerin analizinde parametrik test olarak kullanılmasına karar verilmiş ve hangisinin kullanılacağına karar verebilmek için analizler yapılmıştır.

Araştırmada öğretim stratejisi tarafından etkilendiği düşünülen ders başarısı, bilimin doğası hakkında görüşler ve bilimsel yaratıcılık olmak üzere üç bağımlı değişken bulunmaktadır. Bu bağımlı değişkenlere ait ön test puanlarının son test puanlarına etki edebileceği varsayımından hareketle, bağımlı değişkenlerin ön test puanlarının kovaryanta atılıp atılmayacağı incelenmiştir. Bir başka ifade ile MANOVA yerine MANCOVA'nın kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmeye çalışılmıştır. Bunun için APAB, BYT ve VNOS-C ön test puanları açısından kontrol ve deney grupları arasında bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem t testi kullanılarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda aşağıdaki Tablo 34'te de görüldüğü gibi, gruplar arasında BYT puanları açısından anlamlı fark bulunmuştur. Bu sebeple BYT ön test puanlarının kovariate (ortak) değişken olarak alınmasına karar verilmiştir.

Tablo 34. Deney ve Kontrol Gruplarının VNOS-C, BYT ve APAB Ön-Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları

Testler	Varyans	Levene Testi			t-testi
		F	Sig.	df	Sig. (2-tailed)
Ö-VNOS-C	Eşitse	3.606	.060	131	.073
	Eşit değilse			119.693	.075
Ö-BYT	Eşitse	8.212	.005	131	.004
	Eşit değilse			120.645	.004
Ö-APAB	Eşitse	.100	.752	131	.447
	Eşit değilse			128.827	.447

Bununla birlikte ortak değişken olarak alınması düşünülen değişkenlere son kararı verebilmek için bağımlı ve bağımsız değişkenler açısından korelasyon değerlerine bakılmıştır (Tablo 35). Bunun için bütün bağımlı değişkenlerin ön test puanları ile son test puanları arasındaki korelasyona bakılmıştır. Bir bağımlı değişkenin ön test puanını kovaryant olarak alabilmek için tüm diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki korelasyonun 0.80'den küçük olması gerekmektedir. Ayrıca kovaryanta atılacak

bağımlı değişkenin ön test puanının en az bir bağımlı değişken (son test puanı) ile aralarında anlamlı bir korelasyon bulunmalıdır.

Tablo 35. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasında Korelasyon Tablosu

		Ön-VNOS-C	Son-VNOS-C	Ön-BYT	Son-BYT	Ön-APAB	Son-APAB
Ö-VNOS-C	r	1	.426**	.284**	.256**	.078	.181*
	p		.000	.001	.003	.371	.037
S-VNOS-C	r	.426**	1	.397**	.596**	-.035	.565**
	p	.000		.000	.000	.690	.000
Ö-BYT	r	.284**	.397**	1	.473**	-.017	.328**
	p	.001	.000		.000	.847	.000
S-BYT	r	.256**	.596**	.473**	1	-.013	.608**
	p	.003	.000	.000		.882	.000
Ö-APAB	r	.078	-.035	-.017	-.013	1	.088
	p	.371	.690	.847	.882		.316
S-APAB	r	.181*	.565**	.328**	.608**	.088	1
	p	.037	.000	.000	.000	.316	

** : <0.80

Korelasyon tablosu incelendiğinde, bilimin doğası hakkında görüşler ile bilimsel yaratıcılık bağımlı değişkenleri ön test puanlarının tüm diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki korelasyonun 0.80'den küçük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yine bu bağımlı değişkenlerin ön test puanlarının en az bir bağımlı değişken ile aralarında anlamlı bir korelasyon bulunduğu görülmüştür. Buradan yola çıkılarak bilimin doğası hakkında görüşler ile bilimsel yaratıcılık bağımlı değişkenlerinin ön test sonuçlarının kovaryanta atılmasına karar verilmiştir. Akademik başarı testi ön test puanları bu iki kriter açısından incelendiğinde tüm diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki korelasyonun 0.80'den küçük olduğu fakat bağımlı değişkenler ile aralarında anlamlı bir korelasyon bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple başarı testi ön test puanlarının kovaryant olarak alınmaması düşünülmüştür.

Parametrik testlerin kullanılması için yukarıda bahsedilen gerekli varsayımlar karşılandığından verilerin normal dağılım gösterdiği ve ayrıca Levene testi sonucu grupların varyanslarının eşit olduğu varsayılmıştır. Yine bağımsız örneklem t testi ve korelasyon tablosu yorumlanarak Ön-VNOS-C ile Ön-BYT'nin kovaryanta atılarak verilerin analizinde parametrik testlerden MANCOVA'nın kullanılmasına karar verilmiştir. MANCOVA analizinin yürütülebilmesi için diğer analiz yöntemlerinde olduğu gibi bazı varsayımların karşılanması gereklidir. Bu yüzden veriler analiz edilmeden önce aşağıda sıralanan MANCOVA'nın varsayımlarının karşılanıp

karşılanmadığı test edilmiştir. Bu varsayımlar aşağıda paragraflar şeklinde sıralanmaktadır.

Çok Değişkenli Normallik Varsayımı: Parametrik testlerin kullanılabilmesi için her üç bağımlı değişkenden katılımcıların aldığı puanların gruplar arasında ön test ve son test puanları açısından normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Bu gereklilik bulgular bölümünün başlangıcında verilmiş ve puanların normal dağıldığı tespit edilmiştir. Buradan hareketle bu testin birinci varsayımı karşılanmıştır.

Örneklem büyüklüğü: İlgili alan yazın incelendiğinde örneklem büyüklüğünün bağımlı değişken sayısından daha fazla olması ideal bir durum olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada bağımlı değişken sayısından oldukça fazla katılımcıyla çalışılmıştır. Etki büyüklüğü alan yazında yaygın olarak 0.15 medium olarak alınmakta ve kabul edilmektedir. Bu çalışmada da etki büyüklüğü (f^2) 0.15 olarak alınmıştır. Çalışmanın gücü 0.80 olarak kabul edilmiştir. Bu değerler yardımıyla çalışma için gerekli minimum örneklem sayısı hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu hesaplamalar başlık 3.6 altında bölüm-3'te ayrıntılı olarak yapılmıştır. Hesaplamalar sonunda gerekli örneklem sayısı 56 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada katılımcı sayısı 133 olup minimum örneklem sayısının çok üstündedir.

Uç değerler: Çok değişkenli normallik varsayımında çoklu regrasyon analizinde kullanılan Mahalanobis uzaklığı kullanılarak uç değerler olup olmadığına karar verilir. Veriler için Mahalanobis uzaklığı aşağıdaki tabloda hesaplanmıştır.

Tablo 36. Residuals (Artık) İstatistikler

	Minimum	Maximum	Ortalama	S. Sapma	N
Predicted Value	.7415	2.4614	1.4887	.38109	133
Std. Predicted Value	-1.961	2.552	.000	1.000	133
S. Error of Predicted Value	.030	.097	.055	.015	133
Adjusted Predicted Value	.7299	2.4894	1.4886	.38224	133
Residual	-1.02045	.80108	.00000	.32639	133
Std. Residual	-3.091	2.426	.000	.989	133
Stud. Residual	-3.127	2.442	.000	1.001	133
Deleted Residual	-1.04465	.81120	.00009	.33444	133
Stud. Deleted Residual	-3.240	2.490	-.002	1.008	133
Mahal. Distance	.077	10.312	2.977	2.174	133
Cook's Distance	.000	.058	.006	.008	133
Centered Leverage Value	.001	.078	.023	.016	133

a. Dependent Variable: sınıf

Tablo 36 ayrıntılı olarak incelendiğinde “Mahal. Distance” bölümünde yer alan maximum değer 10.312 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer kritik değer ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada bağımlı değişken sayısı üç olduğu için kritik değer 16.27 olarak kabul edilmiştir. Katılımcılar için Mahalonobis uzaklık değerlerine bakıldığında hiçbir katılımcının kritik değer olan 16.27’nin üstüne çıkmadığı Tablo 36’da görülmektedir. Bu yüzden çalışmada çok değişkenli uç değerlerin bulunmadığı varsayılmıştır.

Çoklu ortak doğrusallık ve tekillik: Bağımlı değişkenler arasındaki korelasyon orta düzeyde olduğunda MANCOVA iyi bir şekilde çalışmaktadır. Bağımlı değişkenler arasındaki korelasyonun düşük çıkması durumunda tek değişkenli analiz gerçekleştirilir. Yüksek korelasyon durumuna çoklu ortak doğrusallık denir. Tabloda 37’de görüldüğü gibi APAB, BYT ve VNOS-C son test puanları arasındaki korelasyonlar incelendiğinde her üç bağımlı değişkenin birbirleri arasındaki korelasyonların “orta düzeyde” olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple bu varsayımın karşılandığı görülmektedir.

Tablo 37. APAB, BYT ve VNOS-C Son Test Puanları Korelasyon Tablosu

		S-VNOS-C	S-BYT	S-APAB
S-VNOS-C	r	1	.596**	.565**
	p		.000	.000
S-BYT	r	.596**	1	.608**
	p	.000		.000
S-APAB	r	.565**	.608**	1
	p	.000	.000	

** : <0.80

Varyans- Kovaryans Matrislerinin Eşitliği Varsayımı: Box Testi sonuçlarına göre puanların kovaryans matrislerinin homojenlik varsayımının ihlal edilmediği, Box Testi tablosunda (Tablo 38) yer alan sig. değerinin .05’ ten büyük olmasından (.835) anlaşılmıştır. Bu sebeple MANCOVA sonuçlarını yorumlamak için “Wilks Lambda” istatistiği kullanılmıştır.

Tablo 38. Kovaryans Matrislerinin Eşitliği Box Test Tablosu

Box’ın M değeri	2.860
F	.465
df1	6
df2	123640.775
Sig.	.835

Levene Testi: Varyansların eşitliği varsayımının kontrol edilmesi için Levene testine başvurulmuştur. Levene Testi tablosunda yer alan her bir bağımlı değişken için sig. değerlerinin .05 değerinden yüksek olması (.251, .174, .784) varyansların eşitliği varsayımının ihlal edilmediğini göstermektedir. Aşağıda Tablo 39’da hata varyanslarına dair Levene testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 39. Hata Varyanslarına Dair Levene Testi Sonuçları

Değişkenler	F	df1	df2	Sig.
Son-VNOS-C	1.331	1	131	.251
Son-BYT	3.241	1	131	.074
Son- APAB	.076	1	131	.784

MANCOVA Sonuçlarının Yorumlanması: Katılımcıların VNOS-C, BYT ve APAB toplam puanlarının deney ve kontrol gruplarında uygulanan yonteme göre farklılaşp farklılaşmadığı MANCOVA kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sorusunun VNOS-C, BYT ve APAB olmak üzere üç tane bağımlı değişkeni bulunmaktadır. Bağımsız değişken ise öğretim stratejisidir. Varsayımlarının ihlal edilmediği tespit edildikten sonra MANCOVA uygulanmıştır. Grupların son test ortalama puanları arasında gözlenen bu farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan MANCOVA sonuçları Tablo 40’ta gösterilmiştir.

Tablo 40. MANCOVA Sonuçları

Etki	Wilks Lambda	F	Hyp. df	Hata df	Sig.	Kısmi Eta Kare	Gözlenen Güç
Sınıf	.321	89.614	3.000	127.000	.000	.679	1.000

Tablo 40’a göre birleşik bağımlı değişken bakımından deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($F(3, 127) = 89,614; p < 0,05$; Wilks’ Lambda = .321; $\eta^2 = .679$). Bu yüzden hipotez 1, 2 ve 3 reddedilmiştir. Anlamlı farklılığın hangi bağımlı değişkenler açısından olduğunu belirlemek için “Test of Between-Subjects Effects” tablosu incelenmiş olup sonuçlar Tablo 41’de gösterilmiştir.

Tablo 41. Bağımlı Değişkenler için ANCOVA Sonuçları (Tests of Between Subject Effects)

Kaynak	Bağımlı Değişkenler	df	Ortalamaların karesi	F	Sig.	Kısmi Eta karesi	Gözlenen Güç
Sınıf	S-VNOS-C	1	2771.200	142.982	.000	.526	1.000
	S-BYT	1	4115.475	63.161	.000	.329	1.000
	S-APAB	1	1568.650	116.070	.000	.474	1.000

Deney ve kontrol grupları arasında bağımlı değişkenlerin biri veya birkaçı bakımından anlamlı bir farklılık olup olmadığı “Tests of Between Subject Effects” tablosundan anlaşılmaktadır. İlgili tablonun sınıf bölümünden her bir bağımlı değişken için anlamlılık değerleri kontrol edilir. Ancak bu noktada tip-1 hataya düşmemek adına yaygın olarak kullanılan alfa değeri olan .05 yerine bu alfa değerinin bağımlı değişken sayısına (burada bağımlı değişken sayısı 3) bölünmesiyle elde edilen ve daha tutucu bir alfa değeri olan .017 tercih edilmelidir. Bu bağlamda “Tests of Between Subject Effects” tablosunun sınıf bölümünde bulunan bağımlı değişkenlerin tamamının anlamlılık değeri .017 den küçüktür (.000). Dolayısıyla bağımlı değişkenler açısından deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu yorumu yapılabilir.

Bağımlı değişkenler için sonuçlar tek tek incelendiğinde ise .017 düzeyinde Bonferroni ayarlanmış alfa düzeyi kullanılarak sınıf değişkenine göre istatistiksel olarak bütün bağımlı değişkenler açısından anlamlı bir farklılık ortaya çıktığı tespit edilmiştir ($F_{VNOS-C}(1, 129) = 142.982, p = .000$; kısmi eta kare = .526; $F_{BYT}(1, 129) = 63.161, p = .000$; kısmi eta kare = .329; $F_{APAB}(1, 129) = 116.070, p = .000$; kısmi eta kare = .474).

Ayrıca, 133 katılımcı için hesaplanan power .95 olarak bulunmuştu (Bakınız Başlık 3.6). Tablo 41 incelendiğinde ise, deney grubu için her üç bağımlı değişkene ait gözlenen power değerlerinin 1.00 olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak, tablodaki gözlenen power değerlerinin (1.00) hesaplanan power değerinden (.95) büyük olması nedeniyle deney grubu lehine çıkan her üç bağımlı değişkene ait farklılık ulaşılabilir evrene genellenebilir ve bu genellenebilirlik pratik olarak bir anlamlılık ifade eder. Dolayısıyla, ulaşılabilir evrene sonuçlar genellenebildiği için dış geçerlik sağlanmıştır. Dış geçerliğin sağlandığına ilişkin bir başka ifadeyle bu çalışmanın pratik olarak bir öneminin olduğunu göstermek için incelenen ikinci bir parametre etki büyüklüğüdür. Öğretim yönteminin bağımlı değişkenler üzerinde ne derecede etkili olduğunu belirlemek için “Tests of Between Subject Effects” tablosunun sınıf bölümünde yer alan bağımlı değişkenlere ait satırlardaki eta kare (etki büyüklüğü) değerine bakılır. Bu değerlerin VNOS-C, BYT ve APAB için sırasıyla .526, .329 ve .474 olması, uygulanan öğretim yönteminin VNOS-C, BYT ve APAB toplam puanları üzerinde ortalama bir etkiye sahip olduğunu ifade eder. Ortaya çıkan .526, .329 ve .474

değerleri öğretim yönteminin VNOS-C, BYT ve APAB toplam puanlarındaki varyansın sırasıyla %52, %32 ve %47'sini temsil ettiği anlamını taşımaktadır (Tablo 41'e bakınız). Ayrıca, yöntem bölümünde (Başlık 3.6) çalışmanın etki büyüklüğü (f^2) 0.15 (orta) olarak kabul edilmiştir. Etki büyüklüğü formülünü kullanarak ($f^2 = R^2 / (1 - R^2)$) R^2 değeri 0.13 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, her üç bağımlı değişken için belirlenen (.526, .329 ve .474) değerlerden küçük olduğundan çalışmanın bağımlı değişkenlerinin deney grubu lehine anlamlı bir fark oluşturduğu sonucu ulaşılabilir evrene genellenebilir. Dolayısıyla, çalışmada etki büyüklüğü ve güç açısından istenilen değerlere ulaşıldığından dış geçerlik (pratik önem) sağlanmıştır.

Grup Ortalamalarını Kıyaslamak: VNOS-C, BYT ve APAB toplam puanları bakımından deney ve kontrol gruplarının istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği yukarıda bahsedilmiştir. Bu farkın deney grubu lehine olduğu "Estimated Marginals Means" tablosu ile aşağıda gösterilmiştir.

VNOS-C toplam puanlarının ortalamalarına bakıldığında deney grubu ortalaması 38.745 olurken, kontrol grubunun ortalaması 29.297 olarak bulunmuştur. Bu sonuç farkın deney grubu lehine olduğunu ifade etmektedir. BYT açısından ortalamalar incelendiğinde, deney grubu ortalaması 42.657 olurken, kontrol grubunun ortalaması 31.144 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, aradaki farkın oldukça yüksek olduğu ve farkın deney grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, APAB toplam puan ortalamaları incelendiğinde, deney grubu ortalaması 18.233 ve kontrol grubunun ortalaması 11.125 olarak bulunmuştur. Buradan yola çıkılarak, APAB toplam puan ortalamaları arasındaki farkın deney grubu lehine olduğu söylenebilir.

Kontrol ve deney grubunda yer alan öğrencilerin VNOS-C, BYT ve APAB toplam son test puan ortalamaları Tablo 42'de ayrıntılı olarak incelenmiştir. Tablo 42'ye göre deney grubu son test puan ortalamalarının kontrol grubu son test puan ortalamalarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Buradan hareketle, ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin atom ve periyodik sistem ünitesindeki başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine STEM uygulamalarının etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 42. Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı Değişkenler Açısından Son Test Puan Ortalamaları

Bağımlı Değişkenler	Sınıf	Ortalama	S. Hata	95% Güven aralığı	
				Alt sınır	Üst sınır
S-VNOS-C	Deney	38.745	.543	37.671	39.819
	Kontrol	29.297	.556	28.198	30.397
S-BYT	Deney	42.657	.996	40.687	44.627
	Kontrol	31.144	1.019	29.127	33.160
S-APAB	Deney	18.233	.453	17.336	19.130
	Kontrol	11.125	.464	10.207	12.043

4.1.3 Bilimsel Yaratıcılık Testine Ait Bulgular

Bu kısımda öncelikle bilimsel yaratıcılık testinden katılımcıların aldıkları toplam akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları ile ilgili bulgular sunulmuştur. Bu duruma ilişkin testte yer alan soruların akıcılık, esneklik ve orijinallik açısından nasıl değerlendirildiği Tablo 43, Tablo 44, Tablo 45 ve Tablo 46'da gösterilmektedir. Daha sonra ise, testte yer alan soruların bulguları kontrol ve deney grubunda yer alan katılımcı cevaplarına göre doğrudan alıntılar yoluyla ayrıntılı olarak soru sırasına göre sunulmuştur.

4.1.3.1. Bilimsel Yaratıcılık Testinden Elde Edilen Akıcılık Puanları

Bilimsel yaratıcılık testinde yer alan ilk dört soru ile ilgili akıcılık puanları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Burada beşinci soruda katılımcı cevapları akıcılık ve orijinallik puanlarının birleşimi şeklinde değerlendirildiğinden tabloda yer almamıştır.

Tablo 43. BYT Akıcılık Boyutuna İlişkin Puanlar

	Soru 1		Soru 2		Soru 3		Soru 4	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
Kontrol	95	112	106	114	76	94	80	106
Deney	104	158	114	162	89	136	89	161

Tablo 43'de görüldüğü üzere bilimsel yaratıcılık testine ait ilk dört soru akıcılık açısından incelendiğinde, son testte deney grubu katılımcılarının puanlarının daha iyi olduğu görülmektedir. Ayrıca, kontrol ve deney grupları açısından ön test puanlarının da birbirine yakın olduğu ifade edilebilir. Son test puanları deney ve kontrol grupları açısından karşılaştırıldığında ise, burada da deney grubu katılımcılarının puanlarının bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu açısından daha iyi olduğu görülmektedir. Özellikle en dikkat çekici artışın dördüncü soruda olduğu görülmektedir. Dördüncü

soruda katılımcılara pozitif yüklerin negatif yükleri çekmemesi durumunda neler olabileceği konusunda düşünceleri sorulmuştur. Burada deney grubunda yer alan katılımcıların çok sayıda düşünce ortaya koyabildikleri ve bu sebeple akıcılık puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Katılımcıların akıcılık puanları irdelendiğinde, ön testte yer alamayan ve sadece deney grubunda oluşan yeni kodların varlığı ile bir katılımcının birden fazla kod altında yer alması, onların akıcılık puanlarının yüksek olmasına sebep olmuştur. Başlık 4.1.3.5'te yer alan her bir soru için oluşturulan tablolar bu durumu destekler durumdadır.

4.1.3.2. Bilimsel Yaratıcılık Testinden Elde Edilen Esneklik Puanları

Bilimsel yaratıcılık testinde yer alan ilk dört soru ile ilgili esneklik puanları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Burada beşinci, altıncı ve yedinci sorulara katılımcıların verdikleri cevaplar ayrıca değerlendirilmiş olup, ilgili sorular Tablo 44'te yer almamaktadır.

Tablo 44. BYT Esneklik Boyutuna İlişkin Puanlar

Grup	Soru 1		Soru 2		Soru 3		Soru 4	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
Kontrol	76	93	77	85	70	76	62	82
Deney	79	110	84	115	78	112	63	123

Tablo 44'te görüldüğü üzere bilimsel yaratıcılık testine ait dört soru esneklik açısından incelendiğinde, son testte deney grubu katılımcılarının puanlarının daha iyi olduğu görülmektedir. Ayrıca, ön test puanları deney ve kontrol grupları açısından incelendiğinde ön test puanlarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Son test puanları deney ve kontrol grupları açısından karşılaştırıldığında ise, burada da deney grubu katılımcılarının puanlarının bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu açısından daha iyi olduğu görülmektedir. Hatta "Pozitif ve negatif yükler arasındaki çekimin olmaması durumunda ne olurdu?" sorusu ile ilgili (dördüncü soru) deney grubunun bu farkı iki kat arttırdığı görülmektedir. Sorular için ortaya çıkan yüksek puanlar; katılımcı ifadeleri, oluşturulan kodlar ve bu kodların içinde bulunduğu kategori sayısının fazlalılığı ile açıklanmaktadır. Başlık 4.1.3.5'te yer alan, oluşturulan kategorilerin ve bu kategorilerin altına giren kodların gösterildiği tablolar bu durumu destekler durumdadır.

4.1.3.3. Bilimsel Yaratıcılık Testinden Elde Edilen Orijinallik Puanları

Bilimsel yaratıcılık testinde yer alan ilk dört soru ile ilgili orijinallik puanları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Beşinci soruda katılımcı cevapları akıcılık ve orijinallik puanlarının birleşimi şeklinde değerlendirilmiş ve toplam puan hesaplanarak “orijinallik boyutu” başlığı altında incelenmiştir. Buna ek olarak, altıncı soru için katılımcılar tarafından ortaya konan yöntem ile ilgili tüm cevaplar içindeki rastlanma oranına dayanarak bir orijinallik puanı hesaplanmıştır. Diğer taraftan, yedinci soru için genel ortaya konan deney düzeneği ile ilgili izlenime bağlı olarak bir ile beş puan arasında bir orijinallik puanı belirlenmiştir. Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda hesaplanan orijinallik boyutuna ilişkin puanlar aşağıdaki Tablo 45’de yer almaktadır.

Tablo 45. BYT Orijinallik Boyutuna İlişkin Puanlar

Sorular	Kontrol		Deney	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
1	35	52	23	58
2	56	70	72	85
3	58	71	77	169
4	87	92	109	209
5	194	280	211	626
6	49	144	70	155
7	14	32	28	132

Tablo 45’te görüldüğü üzere bilimsel yaratıcılık testine ait yedi soru orijinallik açısından incelendiğinde, son test puanlarının deney grubunda daha iyi olduğu görülmektedir. Ön test puanları deney ve kontrol grupları açısından incelendiğinde, soru 7 puanlarının deney grubunda yüksek olduğu, soru 1 puanlarının ise kontrol grubunda yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, sorulardaki ön test puanları gruplar açısından farklılık göstermektedir. Aynı zamanda her iki grupta da son test puanları artarken, bu artış deney grubunda daha fazla olmuştur. Özellikle deney grubu için son testte ortaya çıkan yüksek puanlar irdelendiğinde, deney grubunda yer alan katılımcıların az rastlanan çok sayıda ifadeler ortaya koydukları, problemlere farklı çözüm yolları önerdikleri ve farklı çizimlere sahip oldukları görülmektedir. Bu durum, Başlık 4.1.3.5’te her bir soru için oluşturulan tablolarda da görülmektedir.

4.1.3.4. Bilimsel Yaratıcılık Testi Altıncı ve Yedinci Sorular İçin Elde Edilen Yöntem Puanları

Son olarak soru-6 ve soru-7'ye ait bulgular farklı olarak incelenmiştir. Farklılık ise, bu soruların değerlendirilmesinde verilen puanların ortaya konan yöntemler ve deney düzenekleri dikkate alınarak hesaplanmasıdır. Bilimsel yaratıcılık testinde yer alan soru-6 ve soru-7 ile ilgili yöntem/ deney düzeneği puanları aşağıdaki Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46. BYT Yöntem/ Deney Düzeneği Puanları

Grup	Soru 6		Soru 7	
	Ön	Son	Ön	Son
Kontrol	112	206	70	117
Deney	143	297	100	400

Tablo 46 incelendiğinde bilimsel yaratıcılık testinde yer alan altıncı ve yedinci sorular (ortaya konan yöntem ve deney düzenekleri) açısından, son test puanlarının deney grubunda daha iyi olduğu görülmektedir. Katılımcıların kütlenin korunması ile ilgili deney düzeneği ortaya koymaya çalıştıkları yedinci soruda son test puanları açısından deney grubunda yaklaşık dört kat artış meydana gelmiştir. Yöntem / deney düzeneği puanları, katılımcıların ortaya koydukları çözüm önerilerinin sayısı ve yaratıcı çizimler ile ilişkili olarak oluşturulduğundan, deney grubunda yer alan katılımcıların son testteki puanları daha yüksek çıkmıştır. Bölüm beşte yer alan tablolar ve yedinci soruya ait çizimler incelendiğinde deney grubunda yer alan katılımcıların metallerin özelliklerini dikkate alarak metallerin karşılaştırılması ile ilgili çok sayıda çözüm önerisi ortaya koydukları ve kütlenin korunmasını sağlayacak gerçekçi çizimlerle düşüncelerini ifade ettikleri görülmektedir.

4.1.3.5. BYT'de Yer Alan Sorulara İlişkin Bulgular

Bu bölümde, katılımcıların bilimsel yaratıcılık testinde yer alan sorulara verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Sorularla ilgili öncelikli olarak oluşturulan kategoriler tablolar halinde sunulmuştur. Daha sonra her bir soru için katılımcı cevapları ile ilgili kodlar oluşturulmuş ve kodlar altında yer alan katılımcılar tablolar ile sunulmuştur. Bunlara ek olarak, tablolar katılımcı ifadeleri ile desteklenmiştir. Yukarıda bahsedilen incelemeler soruların tamamı için gerçekleştirilmiş olup, soru sırasında göre elde edilen bulgular aşağıda sunulmaktadır.

Bilimsel yaratıcılık testinde birinci soruya katılımcıların verdikleri cevaplar ile ilgili kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra bu kodlardan yola çıkılarak kategoriler oluşturulmuştur. Birinci soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve kategoriler altına giren kodlar aşağıdaki Tablo 47’de sunulmuştur.

Tablo 47. BYT Soru-1 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Kategori no	Kategori adı	Kodlar
1	Modelleme amaçlı kullanım	Modelleme
		Atomun yapısı
		Astronomide kullanım
		Maddenin halleri modelleme
		Atom modeli oluşturma
2	Deneysel amaçlı kullanım	Atomun tarihsel gelişimi
		Deney düzeneği oluşturma
3	Pinpon topunun özellikleri ile ilgili kullanım	Pinpon topunun özellikleri
4	Fizik/ Biyoloji amaçlı kullanım	Fizik deneyleri
		Biyolojide kullanımı
5	Materyal yapımı amaçlı kullanım	Periyodik sistem yapımı
		Kimya materyal yapımı
6	Konu anlatım amaçlı kullanım	Atom ile ilgili hesap yapmak
		Kimya konu anlatımında
7	Diğer	-

Katılımcıların soru ile ilgili verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve yanıtlardan yola çıkılarak altı kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilerin dışında, benzer özellik taşıdığı düşünülen yanıtlar ise “Diğer” kategorisi altında toplanmıştır. Bilimsel yaratıcılık testinde yer alan birinci soruda katılımcılara, pinpon topunu kimya dersinde ve laboratuvarında hangi amaçla kullanabilecekleri sorulmuştur. Birinci soruya ilişkin kontrol ve deney grubuna ait nitel bulgular aşağıdaki Tablo 48, Tablo 49, Tablo 50 ve Tablo 51’de sunulmuştur.

Tablo 48. BYT Soru-1 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Modelleme	B3, Hale, B10, B11, B13, B18, B19, B27, B30, B32, C6, C8, C11, Ali, C24, C28, C32, C33	B11: “Kimya dersinde pinpon toplarını birleştirerek molekülleri ve bileşikleri gösterebiliriz”
		B18: “Bileşikleri şekillendirebilirler” C8: “Pinponla elementlerin modellenmesi” C11: “Bileşik, molekül oluşturma”
Atomun yapısı	Asya, B5, B16, B19, B22, B24, B25, B28, C3, C13, Ece, C18, C22, C30, C31	B5: “Pinpon topunu elektrona, nötrona, kısaca atoma modelleme yapılabilir”
		B16: “Atomun çekirdeğinin modellenmesi” C3: “Atom olarak düşünüp parçalanabilir şekilde kullanabiliriz”

Tablo 48 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Deney düzeneği oluşturma	B9, Aslı, B26, B28, B34, C8	Aslı: “Kimyasal tepkimelerin etkisini görmek için” B26: “Sis bombası yapımı”
Pinpon topunun özellikleri	Ayşe, B14, B15, B17, C16, C17, C22, C24, Ata,	B14: “Topun taneciklerini inceleyerek zıplayabiliyor mu diye incelerim. Topun içindeki maddelerin insan vücudunda zararı var mı araştırırım” Ata: “Ortadan ikiye keserek çeşitli minik materyalleri içine koyabiliriz”
Fizik deneyleri	B3, B7, C2, C4, C5, C6, C10, C11, C12, C17, C20, C24, C26, C27, C28, C31	B7: “Suyun kaldırma kuvveti konusunda batmayan cisim olarak kullanılabilir” C4: “Kuvvet ve harekette kullanılabilir. Mesela topa kuvvet uygulanınca bu kuvvetin hesaplanması yapılabilir” C6: “Fizikteki yerçekimi kuvvetiyle alakalı deneyler”
Periyodik sistem yapımı	B21	B21: “Periyodik sistemi pinpon topları ile yapabiliriz”
Astronomide kullanım	B1, Asya, B4, B5, B6, B7, Ayşe, B13, B16, B26, B29, Naz, B33, C1, C3, C5, C6, C7, C9, C11, Ece, C15, C16, C19, C22, Ali, Ata, C26, C27, C31, C34	Asya: “Güneşteki patlamaları anlatabilmek için Güneş modeli olarak kullanırdım” B4: “Dünyanın, Ayın ve Güneşin modellenmesi” C1: “Dünyanın şeklini modelleme olabilir” C5: “Dünyanın şeklinin anlatılmasında”
Maddenin halleri modelleme	B3, B13, B18, C2	B13: “Maddenin hallerini anlatırken,(Aradaki boşlukları vb.)” C2: “Birleştirerek katı molekülü yapmak”

Tablo 49. BYT Soru-1 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Modelleme	A1, A5, A6, A7, A8, A13, A14, A19, A21, A23, A24, A27, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D9, D15, D20, D21, D22, D24, D26, D33	A1: “Elementlerin maketi yapılırken yuvarlakların yerine konulabilir” A5: “Element ve bileşiklere göre farklı renklerde kullanılması” D5: “Atoma benzetilip çalışma yapılabilir” D6: “Atomun yapısı küreye benzediği için pinpon topu işe yarar. Atomla ilgili yapacağımız her şeye yarar”
Atomun yapısı	A13, A16, A17, A18, A19, A20, A22, A24, A27, D1, D3, D6, D7, D11, D13, D14, D16, D30	A13: “Elektron sayısı ve yerleri, proton ve nötron dağılımı” A16: “Pinpon topunu elektronun yüklerini bulma ya da elektron ekleyip çıkarmada” D3: “Atom yüklerinin modellenmesi”
Deney düzeneği oluşturma	A1, A3, A7, A8, A25, A26, A35, D28	A8: “Küre ile ilgili yapılan deneylerde kullanırdım” A25: “Laboratuarda kullanılan malzemelerin yoğunluğunu anlamak için kullanırdım” D28: “Yoğunluk ölçmede”

Tablo 49 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Pinpon topunun özellikleri	A12, A24, A34, A35, D12	A24: “Pinpon topunun içinde kullanılan maddelerin adlarını, kimyasal bileşenlerini bulurdum” A35: “Asitler, maddeler üzerindeki etkisinin test edilmesi amacıyla pinpon topunun üzerine dökülerek deneyler yapılabilir” D12: “Tepkimeye girebilir”
Fizik deneyleri	A3, A4, A10, A18, A21, A26, A27, A30, A33, D7, D8, D26, D29	A3: “Kütle enerji deneyi yapılabilir, kuvvet uygulanıp uçurulabilir” D7: “Yer çekimi ile ilgili bir deney düzeneği, örneğin havadan yere bırakılma ve ortam değişikliği uygulanarak tekrarlanma ayırıcı bu işlem ile farklı tür maddelere ne kadar battığı olabilir”
Periyodik sistem yapımı	A27, D2, D5	A27: “Periyodik tabloda proton olarak”
Biyolojide kullanımı	A2, A11, A12, A15, D3, D10, D14, D25, D31	A11: “Hücre içindeki organelleri pinpon topunu ikiye bölüp, içini pamuk ve iplerle organellere benzeterek gösterebiliriz” A12: “Göz yapısı, hücre yapısı” D25: “Hücre çekirdek olarak kullanılabilir”
Astronomide kullanımı	A9, A19, A22, A28, A34, D1, D17, D18, D19, D23, D25, D27, D28, D29, D31, D32, D33	A9: “Gezegenlerin sıralanması” A22: “Dünya, Venüs ...(gezegenlerin modellenmesi)” D1: “Dünya ile ilgili örneklerde” D18: “Güneş sistemini anlatırken gezegenlerin yerine koyma”
Diğer	D20	D20: “Dokunulduğunda değersiz şeyleri değerli hale getiren taş sembolünde”

BYT’de yer alan birinci soru ile katılımcıların “alışılmadık kullanımlar” becerisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Tablo 48 ve Tablo 49 incelendiğinde katılımcı ifadelerine göre oluşturulan kodların bir kod dışında aynı olduğu görülmektedir. Deney grubundaki bazı katılımcılar (B3, B13, B18, C2) pinpon topunun maddenin haklerini modellerken kullanılabilceğini ifade ettiklerinden “Maddenin halleri modelleme” kodu altında değerlendirilmiştir. Diğer taraftan, kontrol grubu için bu kod ortaya çıkmazken, kontrol grubunda da herhangi bir kod altına girmediğinden “Diğer” kodu altına alınmış bir katılımcı (D20) bulunmaktadır.

Tablo 50. BYT Soru-1 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Atom modeli oluşturma	B1, B4, B6, Hale, B9, Ayşe, B13, B19, B21, B22, B28, Naz, B32, C1, C2, C3, C8, C10, C12, C13, C16, C20, C21, Ali, C24, Ata, C26, C30, C31, C32	B4: “John Dalton’un atom modelini tanıtmak amaçlı kullanılabilir.(içi dolu)...” Hale: “Örneğin Dalton Atom Modeli olarak gösterebiliriz” C13: “Üzümlü kek”

Tablo 50 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Modelleme	Asya, B3, B5, B6, B7, Hale, B10, Ayşe, B14, B19, Aslı, B24, B25, B26, B29, B30, B32, B34, C1, C2, C8, C11, Ece, C15, C17, C18, C21, C22, Ata, C27, C28, C33, C34	B19: "...Molekül ya da elementleri göstermede" Ece: "Bir elementin modellenmesinde"
Atomun yapısı	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B9, B11, Ayşe, B13, B14, B19, Aslı, B22, B23, B24, B25, B27, B30, Naz, B33, B34, C1, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C11, C12, C13, Ece, C19, C21, C22, Ali, C27, C29, C30, C31, C32	B9: "...Atom altı parçacıkları" Ayşe: "Her iki tarafından da delerek atomun katmanlarını göstermede kullanırız" C4: "Atomdaki elektron, proton veya nötronu oluşturmak" C8: "Atom altı tanecikleri gösterme"
Deney düzeneği oluşturma	B5, B6, B14, C3, C17, C19, C20, Ali, Ata, C32, C33	B14: "Çeşitli deneylerde, atom, proton, nötron, elektron gibi yerlerde kullanılır" C3: "...Kütlenin korunumunda" C19: "...Bir tüpün içine tepkime oluşturacak maddeler konup üzerine boşluk kalmayacak şekilde pinpon topu koymak (tepkimedeki açığa çıkan gaz)"
Pinpon topunun özellikleri	B5, B27, C24	B27: "Topu parçalayabiliriz" C24: "Pinpon topunun yapısını incelemek amacıyla kullanılabilir"
Fizik deneyleri	B4, B32, C1, C2, C6, C11, C21	B4: "...Pinpon topunu su üzerinde durdurarak suyun kaldırma kuvvetini de kanıtlamış olabiliriz" C2: "Yer çekimini kanıtlamak için" C6: "Kuvvet ve hareket ile ilgili deneyler"
Kimya materyal yapımı	B5, Ayşe	B5: "Pinpon topu yapısal yani fiziki özelliği ile atomu, protonu, nötronu, elektronu, elementi vb. birçok şeyi simgeleyici yapıya sahip olduğu için laboratuvar ve kimyada örnek olarak verilebilecek cisimdir. Çünkü atomu bu şartlara bakarak bizim okulda gözlemleyebilme ihtimalimiz neredeyse olmadığı için gözümüzde somutlaştırarak düşünmek için pinpon topu kullanılır"
Biyolojide kullanım	B7	B7: "Hücrenin yapısında"
Astronomide kullanımı	B1, B3, B4, B10, B13, B14, B16, Aslı, B26, B29, B30, B32, C3, C7, C9, C13, C15, C19, C26, C30	B3: "Gezegenlerin modellenmesi" B10: "Atomu modelleme. Güneş sistemi yaparken" C9: "Atom altı tanecikleri gösterme, güneş modellemeye. Dünyanın şekli olarak gösterme" C15: "Güneş sisteminde gezegenler yerine olabilir"

Tablo 50 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Maddenin halleri modelleme	B6, B18	B6: "...maddenin haline göre taneciklerinin sıklığı"
Atom ile ilgili hesap yapmak	B15, B17, B32, C5	B15: "Atomun büyüklüğünü hesaplamak" B17: "Atomun çekirdeğinin küçüklüğünü göstermek için" C5: "Proton nötron elektronun karşılaştırılması"
Atomun tarihsel gelişimi	B26	B26: "Atomun tarihi gelişiminin modellenmesinde"

Tablo 51. BYT Soru-1 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Atom modeli oluşturma	A1, A12, A15, A16, A19, A21, A23, A25, A29, A35, D5, D7, D16, D20, D24, D31	A1: "Atoma benzetilip bilim insanlarının görüşleri teker teker belirtilmesi için gösterilebilir" A16: "Atom modeli olarak gösterilebilir" D7: "Atom modelleri..." D24: "Atom modelinin yapılmasında"
Modelleme	A3, A6, A11, A17, A20, A23, A34, A36, A38, A34, D1, D2, D3, D4, D6, D8, D9, D10, D13, D15, D22, D25, D26, D27, D33	A17: "Element proton ve nötronun gösteriminde" A23: "Moleküler yapıda olan elementleri renkli pinponlarla, atom modelini gösterirken elementler farklı renkli pinpon toplarıyla ifade ederim" D2: "Molekül oluşturulur. Elementler yapılabilir" D26: "Elementin modellenmesi"
Atomun yapısı	A5, A6, A13, A14, A17, A18, A19, A20, A24, A25, A27, D3, D7, D9, D14, D19, D21, D30	A6: "Atomun yapısıyla alakalı modellemeleri yapabiliriz" A13: "Atomun yapısını inceleme, atomun elektron modeli" D30: "Mesela atomun iç yapısı incelenebilir"
Deney düzeneği oluşturma	A3, A4, A6, A8, A12, A16, A34, A35, D19, D32	A3: "Deney yaparken kullanılır" A8: "...Başka kürelerle ilgili deneylerde kullanırım" D19: "Gaz lambası yapımında kullanılır" D32: "Deneylerde kullanılabilir"
Fizik deneyleri	A14, A18, A21, A25, A33, D8, D18, D34	A18: "Öz kütlenin hesaplanması. Kinetik ve potansiyel enerjide" D18: "Yer çekimini göstermek için" D34: "Hacim problemleri. Kuvvet ve hareket"
Kimya konu anlatımında	A25	A25: "Thomson atom modeli konusunu anlatırken"
Biyolojide kullanım	A2, A10, A11, A12, A15, D10	A2: "Gözün retinası ve gözün içerisindeki şeylerin modellenmesi. Hücrelerimizin modellenmesi" A10: "Gözün modellenmesi" D10: "Organ olarak düşünüp deneyler yapabiliriz"
Astronomide kullanım	A9, A13, A15, A20, A22, A28, A34, D17, D19, D20, D25, D28, D29, D31, D33	A20: "Güneş sistemindeki gezegenlerin gösterimi olabilir" A28: "Gezegenlerin modellenmesi" D29: "Gezegenlerle ilgili bir konu olduğunda pinpon topunu gezegen olarak kullanmak" D31: "Gezegen yapımında kullanımı"

Tablo 50 ve Tablo 51 incelendiğinde oluşturulan kodlarda bazı farklılaşmalar olduğu görülmektedir. Örneğin, ön testte bulunmayan “Atom modeli oluşturma” kodu ortaya çıkmıştır. Bu kod altında yer alan deney grubundan yirmi dokuz (29) katılımcı bulunurken, kontrol grubunda on altı (16) katılımcı bulunmaktadır. Diğer taraftan, “Biyolojide kullanım” kodu incelendiğinde deney grubunda sadece bir katılımcı bulunurken, kontrol grubunda altı (6) katılımcı yer almıştır. Bu durum ayrıntılı olarak incelendiğinde deney grubu için ön testte biyolojide kullanım ile ilgili bir ifadenin yer aldığı, uygulama sonrasında ise bir katılımcının farklı bir fikir olarak biyolojide kullanımı ortaya koyduğu (orijinallik) görülmüştür. Bunlara ek olarak, bazı kodlar ise sadece deney grubunda (pinpon topunun özellikleri, kimya materyal yapımı, atom ile ilgili hesap yapmak, atomun tarihsel gelişimi) veya sadece kontrol grubunda (deney düzeneği oluşturma) oluşmuştur. Birinci soru; akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere üç boyut (tema) açısından incelenmiştir. Buna göre, birinci soru için Tablo 43, Tablo 44 ve Tablo 45’te yer alan akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları son testte deney grubu için daha yüksek çıkmıştır. Tablo 50 ve Tablo 51 incelendiğinde deney grubunda yer alan katılımcıların, çok sayıda düşünce belirttikleri ve birden fazla kod altına girdikleri için akıcılık puanlarının yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin, deney grubunda yer alan katılımcılardan B32 çok sayıda düşünce ortaya koymuş olup, “*Atom modeli oluşturma, modelleme, fizik deneyleri, astronomide kullanımı, atom ile ilgili hesap yapmak*” olmak üzere çok sayıda kod altına alınmıştır. Diğer taraftan kodların temsil ettiği temalar açısından durum incelendiğinde B32’nin “*Modelleme amaçlı kullanım, fizik/ biyoloji amaçlı kullanım, materyal yapımı amaçlı kullanım*” olmak üzere farklı kategorilere girdiği ve bu durumun da esneklik puanını yükselttiği görülmüştür. Son olarak orijinallik puanları açısından durum incelendiğinde, deney grubunda yer alan bazı katılımcıların nadir rastlanan (orijinal) cevaplar ortaya koydukları (kimya materyal yapımı, atom ile ilgili hesap yapmak vb.) ve bu sebeple son testte deney grubu orijinallik puanlarının yükseldiği görülmüştür. Benzer değerlendirmeler, akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutları açısından iki, üç ve dördüncü sorular içinde geçerli kılınmıştır.

Bilimsel yaratıcılık testinde ikinci soruya katılımcıların verdikleri cevaplar ile ilgili kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra bu kodlardan yola çıkılarak kategoriler

oluşturulmuştur. İkinci soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve kategoriler altına giren kodlar aşağıdaki Tablo 52’de sunulmuştur.

Tablo 52. BYT Soru-2 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Kategori no	Kategori adı	Kodlar
1	Geçmiş ile ilgili sorular	Eski çağlarda günlük hayat Dinozorlar
2	Gelecek ile ilgili sorular	Uzaylılar
3	Keşifler ile ilgili sorular	Geçmiş keşifler Atomun yapısı Bilim insanları
4	Evrenin başlangıcı ile ilgili sorular	İnsanlığın ve dünyanın başlangıcı
5	Sağlık ile ilgili sorular	Geçmişte sağlık Gelecekte sağlık
6	Tarihsel olaylar ile ilgili sorular	Mısır piramitleri Geçmiş olaylar
7	Bilimsel çalışmalar ile ilgili sorular	Gelecekte hayat, teknoloji ve bilimsel gelişmeler

Katılımcıların soru ile ilgili verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve yanıtlardan yola çıkılarak yedi kategori oluşturulmuştur. Her bir kategori ise, yine katılımcı ifadelerine göre oluşturulan bir veya birden fazla kodla ilişkilendirilmiştir.

Bilimsel yaratıcılık testinde ikinci soru olarak katılımcılara bir zaman makinesi ile hangi zamana gidip, hangi sorulara cevap arayacakları sorulmuştur. İkinci soruya ilişkin kontrol ve deney grubuna ait nitel bulgular aşağıdaki Tablo 53, Tablo 54, Tablo 55 ve Tablo 56’da sunulmuştur.

Tablo 53. BYT Soru-2 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
İnsanlık ve dünyanın başlangıcı	C21, C33	C21: “İnsanlık nasıl başladı?” C33: “Dünyanın ilk oluştuğu zamana giderdim. Dünyanın nasıl oluştuğunu incelerdim”
Eski çağlarda günlük hayat	B3, B4, B5, B7, Hale, B9, B11, B13, B19, B23, B24, B25, B30, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C10, C11, Ece, C15, C16, C17, C18, C19, C24, Ata, C26, C27, C32, C34	B3: “Bir zaman makinem olsa ilk çağlarda insanların bilimi nasıl bulduklarını incelerdim” B4: “Eski çağda nasıl iletişim kurup, nasıl konuşuyorlardı?” C2: “Eskiden insanlar nasıl iletişim kuruyorlardı? Eski çağlarda insanlar nasıl giysisiz geziyordu? Eski çağlarda ne dil konuşuyorlardı?”
Mısır piramitleri	C6, C13, C18, Ali, C28	C13: “Mısır piramitleri nasıl yapıldı?”
Geçmişte sağlık	B1, Asya, B15, B16, B19,	B1: “Hastalıkların tedavisi için kullanılan ilaçlar nasıl bulundu? Diş macununu kim buldu, nasıl buldu?”

Tablo 53 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Gelecekte sağlık	B7, B13, B15, B17, C3, C11, C20, C26	B7: “Teknoloji geliştikçe insanlarda meydana gelen kalıtsal hastalıklar tedavi edilebilecek mi?” B13: “Gelecekte teknoloji ve kanser gibi hastalıkların tedavisi ne boyutta olacak?” C11: “Gelecekte ölümsüzlük iksiri bulunur mu?” C20: “Şuan insanların içindeki kanı çekip donduruyorlar. İleride bu kişileri yeterli teknoloji olduğunda çözüp tedavi edebilirler”
Gelecekte hayat, teknoloji ve bilimsel gelişmeler	Asya, B4, B5, Hale, B9, B11, Ayşe, B14, B18, Aslı, B21, B22, B28, Naz, B32, B33, C1, C6, C7, C10, C11, C12, C13, C15, C16, C17, C26, C27, C28, C34	Hale: “Gelecekte ışınlanma olacak mı?” B11: “Zaman makinem olsa çok geleceğe gidip neler ürettiklerine bakıp tekrar aynı zamana gelip onları şimdiden üretmeye başladım” C27: “...geleceğe gidip insanların hızlı mı yavaş bir şekilde mi yoksa hiç mi yoksa aniden mi gelişmiş bir teknolojiye sahip oluruz?”
Geçmiş olaylar	B34, C4, C6, C9, C21, C22, C24, C28, C29, C31	B34: “Ertuğrul Gazi zamanında Moğollar ve Bizans’ın Türklere etkisi” C28: “Kurtuluş savaşında imkânlar nedeniyle daha yüksek olan İtilaf Devletlerine karşı nasıl kazandık ve ayakta durduk?” C29: “Bir zaman makinesi icat etsem, Türk Tarihini yaşar o kudretli insanları görürdüm”
Geçmiş keşifler	B1, B6, B10, B13, B14, B15, B17, B22, B24, B26, B27, B29, B30, B32, B33, C10, C13, C16, C18, C28, C30, C31, C32	B6: “Bilim adamlarının icatları yaparken neyi nasıl düşünerek hareket ettiğini.” B10: “Elementleri nasıl bulduklarını, hangi ortamda çalıştıklarını” C30: “Lambayı kimin ilk başta bulduğunu yani Teslanın mı yoksa Edisonun mu çalışması olduğunu araştırmak isterdim” C31: “Marsta suyun bulunduğunu kesin kanıtlamışlar mıdır? Saat nasıl bulundu?”
Dinozorlar	Asya	Asya: “Dinozor çağına giderdim. Dinozorların vücutlarındaki kimyasal reaksiyonlarını, yakalanabilecekleri hastalıkları, göz yapılarını incelerdim”

Tablo 54. BYT Soru-2 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Eski çağlarda günlük hayat	A3, A6, A8, A11, A13, A14, A16, A19, A21, A22, A25, A26, A28, A32, D1, D3, D5, D12, D15, D20, D25, D26, D27, D29, D31	A3: “Geçmişte insanların yaşamı nasıldı?” A11: “Ateşi merak ederdim. O zaman nasıl yaşadıklarını ve nasıl geçindiklerini merak ederdim” D5: “Zaman kavramı bulunmadan önce (saat, tarih) nasıl plan yapıyorlardı?”
Geçmişte sağlık	A7, D1, D16, D18, D28, D33	D16: “Eski zamanlarda ilaçlar nasıl yapılıyordu? Eski zamanlarda hastalıkların nasıl tedavi edileceğini nasıl anlıyorlardı?” D33: “Eski çağlarda insanlar bitkilerin hangi hastalığa yaradığını nasıl anlıyorlardı?”

Tablo 54 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Gelecekte sağlık	A7, A11, A12, A17, D2, D24, D28	A12: “İleride ne tür hastalıklar ortaya çıkacak?” D2: “Gelecekte tek hastalık obezite, şeker ve tansiyon hastalığı mı olur?...”
Gelecekte hayat, teknoloji ve bilimsel gelişmeler	A1, A3, A6, A10, A11, A12, A13, A15, A17, A18, A19, A21, A24, A25, A27, A28, A31, A33, A34, D1, D4, D7, D9, D10, D13, D21, D23, D26, D27, D30, D31, D32, D34	A6: “Gelecekte ne gibi teknolojik aletler olacak?” A11: “Gelecekte uçan arabalar olursa, trafik ne durumda olacak?” D1: “Gelecekte robotları yaygın olarak kullanabilecek miyiz?” D4: “Gelecekte ışınlanma bulunacak mı?”
Geçmiş olaylar	D10, D11	D10: “Mustafa Kemal Atatürk Cumhuriyet’i ilan ederken ne gibi zorluklarla karşılaşmıştır?”
Geçmiş keşifler	A1, A2, A4, A5, A16, A18, A20, A23, A27, A35, D6, D9, D14, D19, D32	A4: “Pastör’ün kuduz aşısını bulduğu döneme gidip, insanları nasıl iyileştirdiğini görmek isterim” D9: “Eski çağlarda bilimin ilk araştırmasını yapan kim ve neyi araştırmış?”
Dinozorlar	A8, A21, A33, D7, D10, D20, D22	A8: “Dinozorlar zamanına gidip onları araştırırdım” A21: “Dinozorlar var mıydı? (Bence vardır)” D7: “Dinozorlar nasıl canlılardı?”
Diğer	D17	D17: “Tüm yıllara giderdim. Hz. Adem zamanından kıyamete kadar her zamanı gezmek isterdim”

BYT’de yer alan ikinci soru ile katılımcıların “Problemi bulma” becerisi test edilmiştir. Tablo 53 ve Tablo 54 incelendiğinde, ön test için oluşturulan kodların iki kod dışında aynı oldukları görülmüştür. Burada, deney grubunda yer alan katılımcıların farklı olarak evrenin / dünyanın başlangıcı ile mısır piramitlerini merak ettikleri ve bunlar ile ilgili sorular ortaya koydukları görülmüştür.

Tablo 55. BYT Soru-2 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Atomun yapısı	B4, B5, B6, Hale, B9, B14, B17, B18, Aslı, B30, B32, C4, C5, C29, C30	C4: “Atomun nasıl kimlerin nasıl bulunduğunu öğrenmek ve o bilim insanlarıyla konuşmak isterdim” C5: “Atom nasıl bulundu? Atom hakkında en son ne öğreneceğiz?”
İnsanlığın ve dünyanın başlangıcı	B5, B9, B13, C28	B9: “Soyumuzun nereden geldiği? İlk çağ insanları nasıldır?” C28: “Dünya nasıl oluştu? Dünya nasıl yok olacak?”
Eski çağlarda günlük hayat	Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B9, B10, B13, B17, B22, B23, B27, B30, B33, C1, C3, C7, C8, Ali, C31, C33	B4: “Geçmişte nasıl haberleşiyorlardı? Geçmişte nasıl ulaşım sağlıyorlardı? Geçmişte bilgi nasıl bulunuyordu?” C1: “Eski çağlarda insanların elementlerin var olduğunu bilip bilmediklerini öğrenmek isterdim”

Tablo 55 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Mısır piramitleri	B19, C8, C22, Ali	C8: “Geçmişe gidip önceden bir yok olma gibi olaylar var mıydı? Piramitler nasıl yapıldı? Mısır eski çağında mumyalama nasıl yapılır?”
Geçmişte sağlık	B1, Aslı, B22, B24, B25, C15, C16, C24, C34	C16: “Eski çağlarda insanlar bitkiler ile tedavi hazırlıyorlardı. Gelecekte insanlar kök hücreyi geliştirip hastalıkları tedavi edebilirler”
Gelecekte sağlık	B1, B5, B16, B24, B25, C15, C16	C16: “Eski çağlarda insanlar bitkiler ile tedavi hazırlıyorlardı. Gelecekte insanlar kök hücreyi geliştirip hastalıkları tedavi edebilirler”
Gelecekte hayat, teknoloji ve bilimsel gelişmeler	Asya, B4, B6, B7, Hale, Ayşe, B13, B14, B15, B17, B18, Aslı, B23, B30, Naz, B32, B33, C1, C3, C5, C9, C10, C11, C17, C18, C19, C27, C32, C34	B6: “Gelecekte maddenin yeni hali bulunacak mı? Gelecekte başka gezegenlerde yaşam bulunacak mı?” B7: “Gelecekte şimdiki teoriler ve kanunlar kalkacak mı? Yeni teoriler oluşacak mı ve kanunlar” C10: “Geleceğe gidip periyodik tablonun son haline bakmak isterdim” C11: “Geçmişte atom nasıl bulundu? Gelecekte atom modeli değişir mi?”
Geçmiş olaylar	B6, B9, B28, B34, C6	B28: “Gizemli haznelerin nerelerde gömülü olduğunu bulurdum. İnsanlıktan saklanan buluşları öğrendim” C6: “Osmanlıda ne gibi deneyler yapılıyordu?”
Geçmiş keşifler	B3, B4, B6, B14, B15, Aslı, B27, B28, B30, Naz, B32, B34, C1, C2, C5, C11, C12, C17, C18, C19, C21, C22, C30	B3: “Arabanın icadına giderdim. Bakırın bulunuşuna giderdim. İlk bilimsel deneye giderdim” C17: “Einstein atomu nasıl parçaladı? Gelecekte insanlar nasıl kimyasallar bulacak? Gelecekte insanlar nasıl tür maddeler keşif edecek?” C19: “Democritus atomla ilgili çalışmalarını nasıl yaptı? Teknoloji ne kadar ilerleyecek? Atomun daha küçük parçaları var mı ve hangi yılda bulunacak?”
Dinozorlar	Asya, B9, B13, B26	Asya: “Dinozorlar ne gibi hastalıklara yakalanmışlar onu merak ederdim” B26: “Geçmişe gidip dinozor DNA’sını kopyalardım”
Bilim insanları	Asya, B3, B7, Hale, B10, B11, Ayşe, B13, B14, B15, B21, B27, Naz, B32, B34, C2, C4, C9, C12, C13, Ece, C17, C18, C19, C20, C21, C22, Ata, C29, C31, C32	Hale: “Mendeleyev’in periyodik tabloda bulunmayan elementlerin yerini hayal ettiği o anı” B11: “Bilim adamlarının(Rutherford, Thomson vb.) yaşadığı zamana gidip ne gibi araştırmalar, nasıl araştırmalar kullandıkları aletlere bakmak isterdim” C2: “Einstein bilimse çalışmalarında nasıl bir yol izledi? Kütleliyi nasıl buldular? Atomu araştırırken hangi yolları izlediler? Proton ve elektron nasıl bulundu?” C9: “Einstein’in $E=mc^2$ formülünü nasıl bir ortamda yaptığını ve gelecekte kimyada nasıl aletler kullanıldığı” C12: “Etrafımızdaki bu kadar madde neyle oluşuyordu? Nasıl bir yapıya sahipti? Dalton zamanına gitmek isterdim. O dönemdeki insanların bilimle ilgili düşünceleri nelerdi?”

Tablo 56. BYT Soru-2 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
İnsanlığın ve dünyanın başlangıcı	A7, A13, D5, D8, D17, D20, D33	A13: “İlk zamanlara gidip dünyaya çarpan göktaşına bakardım. Yeryüzünün oluşumu” D8: “Dünyanın ilk gününe gitmek isterdim. İnsanlar nasıl yaşamışlar diye sorardım. İnsanlar dünyaya nasıl gelmiş çıplak mı, giyimli mi şekilde mi?”
	A3, A10, A11, A14, A18, A21, A27, A28, A32, A33, A35, D4, D18, D19, D25, D26, D31	A3: “Eski çağlarda nasıl haberleştiklerini öğrenmek isterdim” A10: “Geçmiş zamanlarda teknoloji çok geride olduğu için ulaşım, iletişim vb. işleri nasıl yapıyordu?” A21: “Eski çağa gidip insanların nasıl barındıkları? Eski çağa gidip insanların eskiden nasıl oluyor da bu kadar uzun yaşıyorlardı sorusunun cevabı” D4: “Eski çağda tekerleği nasıl bulduklarını öğrenmek isterdim”
Geçmişte sağlık	A4, A34, D16, D19	A4: “Zehirlenerek ölenlerin teşhisini yapıp önlem aldılar mı?” D16: “Geçmişte insanlar ilaçları nasıl üretiyorlardı? Geçmişte insanların iyileşme süresi ne aralıktadır?” D19: “Şifalı otlarla hastalıkları edildirdi”
Gelecekte sağlık	A7, A17, A20, A34, D1, D2, D16, D24, D28, D30	A17: “Hastalıkların tedavi yöntemlerini?” A34: “Gelecekteki insanlarda bence hastalık kalmayacak. DNA’dan direk silecekler” D2: “Gelecekte kemik yapısı nasıl olacak?” D28: “Geleceğe gidip kanser tedavisi”
Gelecekte hayat, teknoloji ve bilimsel gelişmeler	A3, A6, A12, A13, A15, A18, A19, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A32, A33, D1, D4, D7, D8, D13, D21, D25, D26, D31, D32, D34	A15: “Geleceğe gidip neler olacağına gelecekteki teknolojinin nasıl gelişeceğini” D7: “Gelecekte yapay insanlar olacak mı? Yani robot biçiminde lakin insan görünümlü de denilebilir” D21: “Gelecekteki telefonların nasıl olduğunu. Gelecekte ışınlanma olacak mı? Ölümsüzlük iksiri gerçek olacak mı?”
Geçmiş olaylar	A13, A22, D10, D12, D23	D10: “İstanbul’un fethinin nasıl yapıldığını?” D23: “Hz. Muhammed’in döneminde nasıl yaşandı?”
Geçmiş keşifler	A1, A2, A6, A9, A14, A16, A19, A21, A25, A35, D1, D4, D6, D9, D10, D14, D19	A1: “Ben elektriğin ve ışığın bulunuşunu görmek isterdim” A2: “Neil Armstrong nasıl düşünerek aya gitti? Einstein ampülü nasıl buldu?” D1: “Eskiden insanlar hangi çalışmalarla atomun olduğunu anladılar?”
Uzaylılar	A12, A21, A25, D7	A21: “Geleceğe gidip, uzaylıların olup olmadığına bakardım”
Dinozorlar	A5, A16, A21, A27, A28, D3, D7, D11, D22, D29	A5: “Eskiye gidip dinozorların hayatını gerçekte neye benzediğini” A16: “Dinozorların nasıl yok olduğu?”

Deney ve kontrol grupları açısından son testler incelendiğinde kodlar ve kodlara giren katılımcı sayıları açısından farklılaşma olduğu görülmektedir. Örneğin ön testten farklı olarak ve sadece deney grubunda ortaya çıkan “Bilim insanı” kodu altında otuz bir (31) katılımcı yer alırken, “Atomun yapısı” kodu altında yine sadece deney grubundan

on beş (15) katılımcı yer almıştır. Katılımcılardan gelecekteki bilimsel gelişmeleri merak edip buna dair sorular ortaya koyan katılımcı sayısı deney grubunda yirmi dokuz (29), kontrol grubunda ise yirmi altıdır (26). Katılımcılardan bazıları ise geçmişteki keşifleri merak etmişler ve bu konuda sorular ortaya koymuşlardır. Bu konuda soru ortaya koyan katılımcı sayısı deney grubunda yirmi üç (23) iken, kontrol grubunda on yedi (17) olarak belirtilmiştir. Yine katılımcı ifadelerine bakıldığında deney grubunda yer alan katılımcıların daha ayrıntılı sorular yönelttikleri görülmüştür. Örneğin, katılımcılardan B11 "*Bilim adamlarının (Rutherford, Thomson vb.) yaşadığı zamana gidip ne gibi araştırmalar yaptıklarına, araştırmalarda kullandıkları aletlere bakmak isterdim*" şeklinde bir ifade kullanırken, Hale "*Mendeleyev'in periyodik tabloda bulunmayan elementlerin yerini hayal ettiği o anı yaşamak isterdim*" ifadesini kullanmıştır. Bu ifadelerle bakıldığında doğrudan bilim adamlarının isimlerinin verildiği dikkati çekmektedir.

Bilimsel yaratıcılık testinde üçüncü soruya katılımcıların verdikleri cevaplar ile ilgili kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra bu kodlardan yola çıkılarak kategoriler oluşturulmuştur. Üçüncü soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve kategoriler altına giren kodlar aşağıdaki Tabloda 57'de sunulmuştur.

Tablo 57. BYT Soru-3 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Kategori no	Kategori adı	Kodlar
1	Elementlerin ile ilgili çalışmalar	Elementlerin yerlerini değiştirmek Element örneklerinin olduğu Elementlerle ilgili ekleme ve değişiklik Kokulu
2	Engelliler ile ilgili çalışmalar	Görme engelliler için kabartmalı
3	Fonksiyonel özellik içeren çalışmalar	Sesli ve ışıklı Farklı yerlerde kullanım
4	Farklı ölçütler ile ilgili çalışmalar	Farklı büyüklük ve boyut Farklı şekil
5	Öğretici çalışmalar	Öğretici Oyun (yapboz, bilmece) Mizahi Gizli alfabe Kodlamalı
6	Görsellik içeren çalışmalar	Farklı renklendirme Görsellerle zenginleştirilmiş
7	Teknolojik özellikler içeren çalışmalar	Elektronik Dokunsal özellikli Akıllı cihaz uygulaması İnteraktif

Katılımcıların soru ile ilgili verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve yanıtlardan yola çıkılarak yedi kategori oluşturulmuştur. Her bir kategori ise, yine katılımcı ifadelerine göre oluşturulan bir veya birden fazla kodla ilişkilendirilmiştir. Bilimsel yaratıcılık testinde üçüncü soru olarak, katılımcılara periyodik sistemi daha farklı ve daha kullanışlı hale getirmek için mevcut periyodik sistemde ne tür değişiklikler yapacakları sorulmuştur. Üçüncü soruya ilişkin kontrol ve deney grubuna ait nitel bulgular aşağıdaki Tablo 58, Tablo 59, Tablo 60 ve Tablo 61’de sunulmuştur.

Tablo 58. BYT Soru-3 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Sesli ve ışıklı	Asya, Hale, B13, B14, B22, B34, C6, C11, C13, C22, C26	Hale: “Mesela periyodik tabloda o elemente bastığımız zaman kendi özelliklerinin nerelerde kullanıldığını söylesin” B13: “Karanlıkta görülebilmesi ve ayırt edilebilmesi için ametal-metal-soy gazları farklı fosforlarla gösterirdim. Sesli düzenek kurardım. Yani elementin üzerine basılınca element hakkında bilgi verir”
Görme engelliler için kabartmalı	Asya, B6, B9, B32, C20	Asya: “Harfleri körlerin de algılayabilmesi için kabartmalı yapardım. Kenarlarına renkli ledler eklerdim” B9: “Görme engelliler için kabartmalı ve onlara özel fonksiyonlar taşıyan periyodik tablolar yapardım”
Farklı büyüklük ve boyut	B14, B32, C18, C32	B14: “3 boyutlu tasarlardım”
Elementlerin yerlerini değiştirmek	B6, B7, B10, B11, B23, B24, B26	B6: “Periyot sayısını azaltıp grup sayısını artırırdım” B11: “Periyodik tabloyu baş harfinin alfabedeki sırasına göre yapardım”
Farklı renklendirme	B5, B7, B13, B22, C2, C8, C9, C16, C18, Ata, C26	B5: “Elementleri capcanlı renklerle modelleyerek daha büyük bir tablo oluşturulabilir. Örneğin toprak alkaliler toprak görüntüsü, dokusuyla yapılabilir” B7: “İsimlerinin altına fotoğraflarını yerleştirirdim ve de ametaller, metaller, yarı metaller diye ayırmadan element numarasına göre yukarıdan aşağıya sıralar renklendirme yöntemiyle grupları belirledim” C8: “Daha aktif daha parlak olanlar mavi mat olanları yeşil gösterirdim”
Farklı şekil	Aslı, B25, B28, B30, C21, Ata	B28: “Şekil değiştirip karışık şekil yerine piramit yapardım”
Element örneklerinin olduğu	B4, B14, B21, Naz	B21: “Periyodik tablodaki elementlerin yazıldığı bölümleri (sade bazılarının) hangi elementin adını taşıyorsa o elementin bulunduğu bir madde ile yapardım (demir, bakır vb.)” Naz: “Her birinin üzerinde kendilerini anlatan birer örnek”
Elektronik	C5, C17, C34	C5: “Periyodik tabloya dokunduğumuzda atom numaralarının değişmesi”

Tablo 58 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Farklı yerlerde kullanım	B3, C7, C13	C7: "Her tişörtün üstüne periyodik tabloyu koyardım..."
Görsellerle zenginleştirilmiş	B1, B7, B13, B15, B16, B33, C1, C3, C15, C18, C19, C24, C27, C34	B1: "Örneğin; periyodik tabloya resimler eklerdim" B15: "Elementleri harflerle değil resimlerle gösterirdim ve daha basit harflerle altına yazardım" C3: "Periyodik tabloya değişik şekiller çizerdim kenarlarına ve yazılarım daha görünür bir şekilde yazardım"
Elementlerle ilgili ekleme ve değişiklik	B17, B19, B34, C16, C20, Ata, C28, C31	B34: "Hangi element olursa olsun onunla ilgili atom numarası kullanım alanları vb. ne varsa anlatırdım" C28: "Bütün elementlerin ismini değiştirip daha kolay söylenebilir isimler koyar, alfabe sırasına göre sıralar ya da 7A 8A gibi gruplar yerine meyveler sebzeler, eşyalar gibi sınıflar oluştururdum"
Öğretici	B1, Ayşe, B15, B18, B27, B30, C2, C4, C10, C12, Ece, C15, C30	Ayşe: "Akılda kalması için daha ilginç şekiller yapardım. Türkiye haritasının içinde, saklı bir şekilde bir bulmaca gibi bulunan bir şekilde yapardım" B18: "Çocukların kolay öğrenmesi için şekilli yapardım. Bir çizgi film yapıp elementlerin kullanım alanlarını fark ettiren bölümler yapardım. Bilinçaltına yerleştirirdim küçük yaşta öğrenirlerdi" C2: "Elementleri şekilli yazarak, akılda kalmasını sağlardım" C4: "Rakamların ezberlenmesi için daha eğlenceli bir şekilde kendimce kurallar bulmaya çalışırdım"

Tablo 59. BYT Soru-3 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Sesli ve ışıklı	A20, A27, D2, D4, D25, A27, D30, D31	A27: "elementlerin adını söylediğinde, özelliklerini, yapılarını açıklayan bir ses yapardım" A20: "Tuşlu, bastığında renkli bir ışık yanar şekilde yapardım"
Görme engelliler için kabartmalı	D1	D1: "Görme engellilerin dokunarak ve duyarak anlaması için, ses kayıtlı ve periyodik tabloyu tırtıklı yapardım..."
Farklı büyüklük ve boyut	A13, A14, A19, A35, D10, D13, D20, D26	A14: "3 boyutlu yapardım. Periyodik tabloda bir elemente bakıldığında, o element dönecek" A19: "Üç boyutlu bir tablo haline getirirdim"
Elementlerin yerlerini değiştirmek	A13, A28, D8, D27, D32	A28: "Numaraları karıştırılmaması için numaraya göre sıralardım (ezberlemesi zor oluyor)"
Farklı renklendirme	A3, A11, A21, A22, A23, A26, A33, D1, D3, D6, D24	A21: "...Renklendirme yöntemi yapardım" A23: "Metalleri mavi, ametalleri kırmızı, yarı metalleri sarı yapardım"

Tablo 59 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Farklı şekil	A2, A8, A15, A25, A31, A34, D9, D14, D32	A25: “Tabloyu daha basit şekillerle değil, daha dikkat çeken şekillere benzeterek oluştururdum” A34: “Herkesin anlayabilmesi için şekillerini çizdim”
Element örneklerinin olduğu	A10, A16, A19, D18, D28	A10: “Atomların karşısına bir şeffaf küçük bir poşet koyardım ve bu maddeleri poşetin içine koyardım. Mesela altın, poşetin içine küçük bir saf altın koyardım”
Elektronik	A1, A22, A24,	A24: “Özel bir alet geliştirdim (Ama bunun için çok teknoloji lazım)” A22: “Butonlu olabilirdi. Bildiğimizde bir kat aşağı, bilmediklerimiz bir kat yukarı”
Farklı yerlerde kullanım	A4, A5, A32, A35, D12, D17, D19, D21, D34	A35: “Okullarda daha kolay kavranması amacıyla her sıraya bir element ismi verirdim” A5: “Yolda geçerken tabelaların üzerine yazılıydı. Daha ilgi çekici olurdu”
Görsellerle zenginleştirilmiş Elementlerle ilgili ekleme ve değişiklik	A17, D9, D16	A17: “Elementlerin yanına simge, resim vb. şeyler koymak”
Öğretici	A7, A12, A18, A27, A4, A6, A9, A14, A25, D1, D5, D7, D11, D22, D23, D26, D30	A12: “Hangi ülkeler tarafından keşfedildiğini bilmek için o elementin üzerine hangi ülke keşfettiyse onun bayrağını çizdim” A6: “Öğrenilebilmesi için daha hatırlanacak adlar yapardım”

BYT’nde yer alan üçüncü soru katılımcıların ürün geliştirme becerilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Deney ve kontrol grupları için ön testlere ilişkin Tablo 58 ve Tablo 59 incelenmiştir. Tablolara bakıldığında oluşturulan kodların tamamen aynı olduğu görülmüştür.

Tablo 60. BYT Soru-3 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Sesli ve Işıklı	Asya, B3, B4, B13, B17, B19, B27, B32, B34, C1, C3, C11, C24, C26, C28, C33, C34	Asya: “...Ledler koyardım” B3: “Bir led ekran takardım elementi ona söylediğimizde bize yerini gösterirdi” C3: “Periyodik tabloda atom numaralarının altına ışık koyardım”
Görme engelliler için kabartmalı	Asya, B4, B6, B9, B13, B16, B18, Aslı, B21, B30, Naz, B32, C20	Naz: “Görme engelliler için kabartma alfabesini kullanabiliriz. İşitme engelliler için görüntü yapabiliriz” B32: “Görme engellilerin anlayabileceği bir şekilde noktalı yapardım” C20: “Görme engelliler için kabartmalı yapardım”
Farklı büyüklük ve boyut	Asya, B5, B6, B9, B25, B29, B34, C3, C8, C19, Ata, C26, C33	B25: “3 boyutlu yapardım, her atomu çıkabilen karelerden oluşturur mıknatıslı yapar mıknatıslı çektiğimiz zaman altında o atoma dair bilgi verirdim” C8: “Çip şeklinde yapardım...”

Tablo 60 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Farklı büyüklük ve boyut	Asya, B5, B6, B9, B25, B29, B34, C3, C8, C19, Ata, C26, C33	B25: “3 boyutlu yapardım, her atomu çıkabilen karelerden oluşturur mıknatıslı yapar mıknatısı çektiğimiz zaman altında o atoma dair bilgi verirdim” C8: “Çip şeklinde yapardım...”
Elementlerin yerlerini değiştirmek	B7, B11, B15, B18, B22, B23, B24, B27, B30, C2, C7	B24: “...alfabetik dizedim”
Farklı renklendirme	B1, B5, B11, B14, B30, B32, C2, C15, C18	B11: “...Renklere boyardım” B14: “Renkli ve daha akılda kalıcı bir şekilde tasarlardım” C2: “...Metalleri farklı renk, ametalleri farklı renk, soy gazları farklı renk yaparak daha kolay ayırt etmelerini sağlardım”
Farklı şekil	B1, B7, B25, C9	B7: “Şeklini değişik yapardım”
Element örneklerinin olduğu	B3, B14, B21, B26, B29, C18, C19	B21: “Periyodik sistemdeki katı ve sıvı maddeleri her maddeyi kendi karesine yerleştirmek üzere görsel açıdan daha güzel ve ilgi çekici görünmesi için yerleştirdim. Örneğin demirin kutusuna bir parça demir koyarken cıvanın kutusuna küçük şeffaf bir küpün içine cıva koyardım (gazlar için geçerli değil)” C18: “Elle daha kolay tutulurdu ve şekildeki karelerin her birinde elementler olurdu elementlere dokunduğumuzda o hissi verirdi” C19: “3 boyutlu yapardım. Kutuların içinde o elementlerden bir parça bulunurdu”
Elektronik	Hale, Ayşe, C5, C16	Hale: “Örneğin periyodik tablo düğmeli olacaktı ve o elementin düğmesine bastığımızda kendi özelliklerini söyleyecekti” C16: “Adını söylediğimizde içindeki sensör sayesinde o element yanacak”
Oyun (yapboz, bilmece)	B17, B18, C4, C21, C31	C4: “İnsanların kolay ezberlemesi için şifreler bulurdum. Eğlenceli oyun kartı oluşturup bu kartlarda oyunu oynadıktan sonra akılda kalmasını isterdim” C31: “Daha fazla dikkat çekmesi için o konuyla ilgili resim yerleştirdim. Oyun programı veya kartları olarak kullanırdım”
Farklı yerlerde kullanım	Ata	Ata: “...Her şehre öğrenilmesi için periyodik tablo heykeli yaptırırdım”
Görsellerle zenginleştirilmiş	B5, B17 Aslı, B30, C3, C6, C11, C12, C15, C27, C31, C34	B30: “Renklendirirdim. Kabartma yapardım. İsimleri kolaylaştırdım. Daha iyi anlaşılabilmesi için elementlerin küçük resimlerini eklerdim” C12: “Çocukların ilgisini çekmesi için resim ve fotoğrafa yer verirdim. O zamanda en çok ilgi çeken ne ise (resim, müzik) gibi şekillerde yorumlardım”
Elementlerle ilgili ekleme ve değişiklik	B1, B7, B19, B25, B28, B33, C2, C13, Ece, C22, Ali, C28, C30	B19: “Onları bulan kişilerin adlarını yazardım” B33: “İsmi yazan maddenin altına nelerde bulunduğu resmini yapıştırırdım” C13: “Her bir elementin arkasına özelliğini yazardım”

Tablo 60 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Mizahi	C6, C12, C29	C6: “Komik esprilerle yapardım. Hayatımızdan kesitler koyardım”
Öğretici	B4, B5, B13, B14, B15, C28	B5: “...Çocukların, gençlerin ve yetişkinlerin seviyesine göre çizim ve renklendirme yapardım. Buradaki amacım küçük çocukların erken yaşta öğrenebilmesi için periyodik sisteme olan ilgilerini artırmak, gençlerin sıkılmamasını sağlamaktır” B13: “Öğrenmenin kolaylaştırılması için periyodik tablodaki elementlerin altında bir kapak yapar ve açılan bu kapak içine somut örnekler yazardım” B15: “Bence kükürt cipse benziyor. Bu yüzden kükürt cips derdim. Böylelikle hem görünüşlerini hem de isimlerini ezberlerdim”
Dokunsal özellikli	Ayşe, Ece, C22	Ayşe: “Bir düzenek oluştururdum ve istediğimiz elementin üzerine bastığımızda o element ile ilgili bilgilerin çıkmasını sağlardım” Ece: “Öğrencilerin daha fazla aklında kalması için kodlamalar yapardım. Nereelerde kullanıldığını daha çabuk bulunması için dokunmatik ve internete erişimli yapardım. (Böylece çocuklar hem elektronik bir alet ile uğraşmış olur hem de ders çalışmış olurlar.)”
Gizli alfabe	B9	B9: “Görme engelliler için kabartmalı yapardım. 3D yapardım. Gizli alfabe ile yazardım”
Akıllı cihaz uygulaması	B10	B10: “Akıllı cihazla için uygulama yaptırırdım ve herhangi bir elemente bastığımız zaman özellikleri, en çok bulunduğu bölge ve şekline ulaştırırdım”
Kodlamalı	B17, Ece, C17	B17: “Periyodik tablodaki her bir elementin altına düğme koyardım. Hangi elemente bastıysak o elementin özelliğini söylerdim eğer bilemezsem kırmızı ışık bilirim yeşil ışık yanardı. Böylece akılda daha çok kalıcı olabilir. Periyodik tablodaki elementlerin kodlamasını yapardım” Ece: “Öğrencilerin daha fazla aklında kalması için kodlamalar yapardım...”
Kokulu	Aslı	Aslı: “Kokularını anlayabilmemiz için küçük deneme kokuları koyardım”
İnteraktif	B6, C22, Ata, C31	B6: “Baştan sona doğru dolunca sıcaklığın arttığını hissedeceğimiz bir periyodik tablo yapardım. Tablet gibi büyük bir ekrana döker bir elemente dokunduğumuzda onun 3 boyutlu görüntüsünü çıkartırdım” Ata: “Resimlendirerek 3D veya 4D hologramlı ve açık bilgi sistemli bir mekanizma tablet kitapçığı yapabilirim...”

Tablo 61. BYT Soru-3 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Sesli ve Işıklı	A15, A19, A20, A27, A32, D1, D2, D6, D16, D18, D27, D28, D31, D33	A19: “Periyodik sistemde metaller, ametaller vb. şuan kullanılan tablodaki renklendirmenin aynısını ledlerle yapardım” D1: “Üzerine dokunduğumuzda ses vermesini isterdim”

Tablo 61 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Görme engelliler için kabartmalı	A10, A12, A24, A25, A28, D1, D22, D32	A10: "Görme engelliler için sesli yapardım" A12: "... Görme engelliler için kabartmalı" D22: "Kabartmalı yapardım"
Farklı büyüklük ve boyut	A13, A19, A32, A34, D13, D16, D26, D29, D34	A13: "3 boyutlu yapardım" D13: "Özelliklerini, adlarının nereden geldiğini vb. gibi şeylerle birlikte cep boy küçük kitapçık şeklinde yapardım"
Elementlerin yerlerini değiştirmek	A3, A9, A13, A32, D10	A9: "Elementleri daha eğlenceli sembollerle gösterirdim" D10: "Her elemente sembolik bir şekil verip hepsinin yanına bastırırdım. Bazı elementleri çıkartıp yeniden düzenlerdim"
Farklı renklendirme	A3, A5, A9, A11, A13, A16, A21, A22, A23, A26, A30, A31, D1, D3, D4, D6, D23, D24, D32	A5: "Daha çok dikkat çeksin diye resim veya daha canlı renkler tercih ederdim" A11: "Pastel renkleri ve yıldız şeklini sevdiğim için metalleri pastel mavi, ametalleri lila, yarı metalleri pembe ve hepsini yıldız şeklinde yapardım"
Farklı şekil	A2, A3, A8, A15, A27, D5, D6, D14, D21	D21: "Periyodik tabloyu bir dolap gibi olup her bir çekmecesinde bir element ve özellikleri yazılı olabilir"
Element örneklerinin olduğu	A16, D8, D28, D34	A16: "Yapılabilecek elementi o elemente ait bir maddeyle yapardım. Mesela Fe=Demire ait bölüme demir olabilir" D28: "O maddenin küçük bir kısmını alta koyardım"
Elektronik	A14	A14: "Öyle bir teknoloji olacaktı ki periyodik sisteme bakıldığında onun özelliklerini aniden bilebilme özelliği getirirdim. Örneğin sanal bir periyodik sistem neden olmasın?"
Farklı yerlerde kullanım	A4, A34, D10, D12, D17, D19	A4: "Deterjan, sabun, çamaşır suyu gibi malzemelerin üstü koyardım. Daha bilinçli olunurdu" D19: "Daha çok küçülterek saatlerin içine konulmasıyla her baktığımızda elementleri ezberlememiz kolay olurdu"
Görsellerle zenginleştirilmiş	A17, D7, D9	A17: "Periyodik tablodaki elementlerin yanına resimlerinin konulması" D9: "Elementlerin resimlerini koyardım"
Elementlerle ilgili ekleme ve değişiklik	A7, A12, A16, A25, A30, D20, D25	A25: "Elementlerin sembollerini ezberlemek için yanına bir şarkıya eşyaya benzeterek yazardım"
Öğretici	A1, A4, A6, A18, D11, D23, D30	D23: "Örneğin; daha zevkli hale getirirdim herkesin zevk alması için oyunlar yapardım ki küçük yaşta öğrenilsin"
Mizahi	A18, A25	A18: "Öğrenilebilmesi açısından daha eğlenceli ve komik hale getiririm. Örneğin si, si, si"

Tablo 60 ve Tablo 61 incelendiğinde kodlar açısından farklılıklar görülmektedir. Burada özellikle deney grubu açısından ön testte bulunmayan bazı kodlar ortaya

çıkıştır. Deneý grubunda yer alan katılımcılar bilimsel yaratıcılık açısından farklı fikirler ortaya koymuşlar ve bu fikirler de farklı kodlar altına alınmıştır "*İnteraktif, kokulu, kodlamalı, akıllı cihaz uygulaması, gizli alfabe, dokunsal özellikli, oyun (yapboz, bilmece)*" kodları sadece deneý grubunda ortaya çıkan kodlardır. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde deneý grubun da yer alan katılımcıların, üçüncü soruya çok sayıda cevap ürettikleri (akıcılık), bu cevapların çok farklı bakış açıları yansıttığı (esneklik) ve bu cevaplar arasında çok sayıda alışılmadık kullanımın (orijinallik) yer aldığı görülmektedir. Örneğin, katılımcılardan B3 "*Elementin üzerine tıkladığında bana ismini ve bütün özelliklerini söylerdi. Her elementin bir çekmecesine olurdu. Çekmecelerin içinde de o elementin örneği bulunurdu. Bir led ekran takardım elementi ona söylediğimizde bize yerini gösterirdi*" şeklinde çok sayıda fikir ortaya koyarken, diğer deneý grubunda yer alan C3 "*Periyodik tabloda atom numaralarının altına ışık koyardım ve H, He gibi elementlerin altına 3D resimlerini koyardım. Nerelerde kullanıldıklarını belirtirdim ve ayrıca periyodik sistemin kenarlarına süs koyardım*" olarak düşüncelerini açıklamıştır. Katılımcı ifadeleri hem çok sayıda fikir içermekte (akıcılık), hem de bu fikirler farklı alanları (esneklik) temsil etmektedir. Ayrıca, katılımcıların oldukça ayrıntılı ve alışılmışın dışında düşünceler ortaya koydukları görülmüştür. Örneğin, B21 "*Periyodik sistemdeki katı ve sıvı maddeleri her maddeyi kendi karesine yerleştirmek üzere görsel açıdan daha güzel ve ilgi çekici görünmesi için yerleştirdim. Örneğin demirin kutusuna bir parça demir koyarken cıvanın kutusuna küçük şeffaf bir küpün içine cıva koyardım (gazlar için geçerli değil)*" olarak düşüncesini ayrıntılı olarak açıklamıştır. Bunlara ek olarak, katılımcıların ifadelerinde teknoloji ile ilişkili ifadelerin yoğunlukta olduğu dikkati çekmektedir. Örneğin, B6 "*Baştan sona doğru dolunca sıcaklığın arttığını hissedeceğimiz bir periyodik tablo yapardım. Tablet gibi büyük bir ekrana döker bir elemente dokunduğumuzda onun 3 boyutlu görüntüsünü çıkartırdım*" şeklinde fikir ortaya koyarken, Ata "*Resimlendirerek 3D veya 4D hologramlı ve açık bilgi sistemli bir mekanizma tablet kitapçığı yapabilirim...*" ifadesini kullanarak düşüncesini açıklamıştır. İfadelere bakıldığında ileri teknolojiyi barındıran fikirler olduğu görülmektedir. Bilimsel yaratıcılık testinde dördüncü soruya katılımcıların verdikleri cevaplar ile ilgili kodlar ve kategoriler oluşturulmuştur. Dördüncü soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve kategoriler altına giren kodlar aşağıdaki Tablo 62'de sunulmuştur.

Tablo 62. BYT Soru-4 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Kategori no	Kategori adı	Kodlar
1	Dünya/ Gezegen	Dünya ve gezegenler ile ilgili değişiklikler
2	Genel olarak çekim	Çekim kuvveti olmazdı Elektrik / elektriklenme olmazdı
3	...oluşmaz	Element, bileşikler ve karışımlar oluşmazdı Kimyasal tepkimeler olmazdı Hal değişimi olmaz Bütünlük/ nesnelere oluşmazdı Bağlar Hal değişimi olmaz Hiçbir şey oluşmazdı
4	...çalışmaz	Makineler kullanılmaz/ çalışmazdı Mıknatıslar oluşmazdı
5	...bozulur	Maddenin yapısı bozulurdu Denge bozulurdu
6	Fizik alanı	Fizik dersinde konu anlatımı değişirdi
7	Canlılar ve yaşam	Yaşamsal faaliyetler zorlaşır Madde çeşidi azalır
8	Gelişmeler (icatlar/ teknoloji)	Farklı çalışmalar, icatlar yapılamazdı Teknoloji gelişmezdi
9	Atomun yapısı	Atom ile atom altı tanecikler olmazdı Elektron parçalanma durumu, yönelmeleri değişirdi

Katılımcıların soru ile ilgili verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve yanıtlardan yola çıkılarak dokuz kategori oluşturulmuştur. Her bir kategori ise, yine katılımcı ifadelerine göre oluşturulan bir veya birden fazla kodla ilişkilendirilmiştir.

Bilimsel yaratıcılık testinde dördüncü soru olarak katılımcılara pozitif yüklerin negatif yükleri çekmemesi durumunda ne olabileceği sorulmuştur. Dördüncü soruya ilişkin kontrol ve deney grubuna ait nitel bulgular aşağıdaki Tablo 63, Tablo 64, Tablo 65 ve Tablo 66’da sunulmuştur.

Tablo 63. BYT Soru-4 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Çekim kuvveti olmazdı	B4, B17, B24, B25, B27, B29, C1, C15, C16, C28, C33	B4: “Her şey negatif yüklü olurdu. Çekim kuvveti olmayabilirdi emin değilim” C1: “Manyetizma diye bir şey olmazdı”
Makineler kullanılmaz/ çalışmazdı.	B3, Hale, Ayşe, B14, B18, B19, Aslı, B32, B34, C2, C6, C7, C9, C12, C24, C33, C34	B3: “Çoğu ulaşım aletleri olmazdı...” Hale: “...Teknolojik aletler çalışmazdı” C2: “Çoğu teknolojik alet kullanılmazdı” C7: “...hayatımızdaki birçok elektronik eşya olmayacaktı...”
Element, bileşikler ve karışımlar oluşmazdı.	B10, B15, B28, C13, C21	B15: “Karışım yapamazdık. Bir sıvıyı tekrar katı hale getiremezdik. Buharlaştıran suyu sıvı hale getiremezdik” B28: “...Karışım olmazdı...”

Tablo 63 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Kimyasal tepkimeler olmazdı.	B11, B17, B24, B28, Ata	B11: "Hidrojen ve oksijen birisi artı, birisi eksi olduğu için birleşemezlerdi ve su oluşmazdı" Ata: "...Kimyasal olaylar olmaz..."
Mıknatıslar oluşmazdı.	Hale, B9, B10, Ayşe, B14, B30, B33, C4, C5, C6, C7, C19, C21, C27, C30, C31, C33	B9: "Mıknatıslar icat edilmezdi. Bu da yön bulmayı çok fazla zorlaştırırdı" B10: "Mıknatıs olmazdı" C5: "Mıknatıs ortaya çıkmazdı"
Dünya ve gezegenler ile ilgili değişiklikler	B5, B6, Hale, B17, B26, C3, C4, C8, C11, C12, C17, C18, C20, C26, C28	B17: "...Dünyaya yıldırım düşmezdi" B26: "Dünya güneşin yörüngesinden çıkardı" C3: "Pozitif yükler negatif yükleri çekmeseydi dünya karmakarışık olurdu ve herkes zıt olurdu" C8: "Dünya olmazdı"
Atom ile atom altı tanecikler olmazdı.	Asya, B30	Asya: "Atom olmazdı..."
Maddenin yapısı bozulurdu.	C30, C31	C31: "Maddelerin ve elementlerin sayısı daha az olurdu"
Farklı çalışmalar, icatlar yapılamazdı.	B5, C32	B5: "Elektromanyetik bilimsel çalışmalar yapılamazdı. İletişimde bu yüklerle sağlandığı için olmayabilirdi"

Tablo 64. BYT Soru-4 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Çekim kuvveti olmazdı	A3, A6, A12, A15, A17, A18, A20, A23, A27, A31, D5, D12, D29	A6: "Zıt ve aynı kutupları bilemezdik" A12: "Manyetik hızlı trenler olmazdı" D29: "Pozitif yükler negatif yükleri çekmek için uğraşmazlardı"
Makineler kullanılmaz/ çalışmazdı.	A15, D3, D21, D30	A15: "...Makineler çalışmazdı..." D3: "...elektronik ve diğer aletler çalışmazdı"
Element, Bileşikler ve karışımlar oluşmazdı.	A1, A2, A3, A19, A14, A27, A33, A34, A35, D1, D4, D6, D8, D10, D13, D17, D19, D22, D24, D26, D27, D32	A2: "Bileşikler olmadığı için madde olmazdı..." A19: "Yiyecek veya bunun gibi bileşiklerden oluşan malzemeler olmazdı" D26: "Bileşikleri yapamadığımız için hayattaki yaşantımızda bize yarar sağlayacak maddelere ulaşamazdık"
Bütünlük/ nesnelere oluşmazdı.	A3, A7, D8	D8: "Nesneler olmazdı"
Mıknatıslar oluşmazdı.	A12, A15, A18, A21, A24, A25, A28, A31, D3, D5, D7, D10, D12, D14, D17, D21, D25, D28, D30, D31, D33	A18: "Mıknatıs işe yaramazdı. Elektron ve proton arasında etkileşim olmazdı" D14: "Mıknatıslar birbirini çekmez, sürekli iterlerdi. Bu yüzden de mıknatıs yardımıyla kullanılan maddeler kullanılamazdı" D28: "Mıknatıslar birleşmezdi"
Dünya ve gezegenler ile ilgili değişiklikler	A1, A10, A14, A15, A22, A23, A26	A22: "Dünyamızın, yeryüzünün doğanın dengesi ve tabii ki de bizim de dengemiz bozulurdu" A23: "Doğanın dengesi bozulurdu"

Tablo 64 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Fizik dersinde konu anlatımı değişirdi.	D34	D34: “Kuvvet ve hareket konusunda zorluk çekerdik, bazı olumsuzluklar meydana gelirdi”
Farklı çalışmalar, icatlar yapılamazdı.	A3, A8, A15, D25	A8: “Tam tersine dönerdi gibi bir şey olurdu. Kimya ve Fizik bilimlerinde önemli değişimler olurdu” D25: “Mıknatıslar olmazdı ve günümüzdeki gelişmeler olmazdı”
Bağlar	A5, A13, A31, D23	A5: “İyonik ve kovalent bağ oluşmazdı” A31: “İyonik bağ olmazdı” D23: “Hiçbir şey birleşmezdi”
Yaşamsal faaliyetler zorlaşır	A10, D16, D26	A10: “Araba uçak gemi vb. araçlar olmazdı. Ulaşım zor olurdu. Kısacası hayat zorlaşır ve anlamsız bir hal alırdı”

BYT’de yer alan dördüncü soru katılımcıların hayal kurma becerilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Deney ve kontrol grupları için ön testlere ilişkin Tablo 63 ve Tablo 64 incelenmiştir. Tablolara bakıldığında oluşturulan kodların bir kaç kod dışında benzer olduğu görülmüştür. Bu konuda kontrol grubunda yer alan katılımcıların, deney grubunda yer alan katılımcılara göre daha fazla sayıda farklı kodlar ortaya koydukları görülmüştür. Örneğin kontrol grubunda “Yaşamsal faaliyetler zorlaşır, bağlar, fizik dersinde konu anlatımı değişirdi, bütünlük/ nesnelere oluşmazdı” şeklinde kodlar oluşurken, deney grubunda farklı olarak “Atom ile atom altı tanecikler olmazdı, maddenin yapısı bozulurdu” kodları ortaya çıkmıştır.

Tablo 65. BYT Soru-4 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Çekim kuvveti olmazdı	Asya, B7, B24, B29, C3, C6, C7, C11, Ece, C15, Ali, C24, Ata, C26, C29, C31, C33	B7: “Mıknatıslar birbirini iterdi....Manyetik alan diye bir durum olmazdı. Elektromanyetizma olmazdı” C33: “Mıknatıs arasında çekim kuvveti oluşmazdı”
Makineler kullanılmaz/ çalışmazdı.	B3, Ayşe, B14, B19, B22, B32, B33, B34, C4, C9, C10, C29, C30	B14: “Mıknatısların çalışmayacağı için onunla tasarlanan aletler çalışmazdı” C30: “...Şuan da kullandığımız elektronik aletler olmazdı”
Element, Bileşikler ve karışımlar oluşmazdı.	B4, B11, B25, C12, C13	B11: “Bileşikler oluşmazdı ve su da olmazdı. Karbondioksit olmazdı ve bitkiler solunum yapamazdı” C13: “Bileşikler oluşmazdı...”
Bütünlük/ nesnelere oluşmazdı.	B5, C16, C19	B5: “Bileşiklerin oluşmaması sonucu madde, cisim denilen bir bütünleme olmazdı, canlılar olmazdı”

Tablo 65 devamı

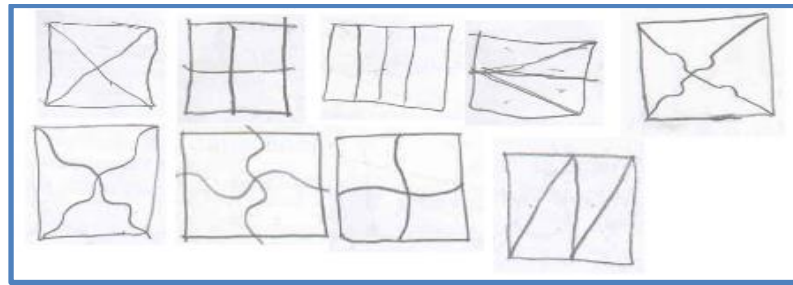
Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Kimyasal tepkimeler olmazdı.	B4, B11, B18, B24, C12	B24: "Rutherford'un deneyi olmazdı" C12: "Elementlerle tepkimeler yapamazdık..."
Elektrik / elektriklenme olmazdı.	Hale, B9, B16, B17, B19, B28, Naz, B32, C2, C7, C12, Ece, C21, C26, C30	B9: "...Katot ışınlarında sapmalar meydana gelmezdi" B19: "Sürtünmeyle elektriklenme olmazdı" C26: "...Elektrik olmazdı"
Mıknatıslar oluşmazdı.	B6, B7, Ayşe, B17, B19, Aslı, B30, B32, B33, C2, C3, C4, C5, C7, C10, C13, C21, C30, C31	B6: "Mıknatıs yardımıyla yapılan sistemler çalışmazdı..." Ayşe: "... Mıknatısın da - ve + kutupları vardır neredeyse hayatımızın büyük bir bölümünde mıknatıslardan yaralanıyoruz" C10: "Mıknatıs, pusula oluşmazdı"
Dünya ve gezegenler ile ilgili değişiklikler	Asya, B5, Hale, B9, B10, B15, B17, Naz, C7, C8, C17, C22, C28	Hale: "Gezegenler birbiri ardında hareket edemezdi... Gezegenler güneşe çarptıklarında yanarlardı" C7: "Dünyanın manyetik alanı olmayacağı için hava olayları gelişmezdi"
Atom ile atom altı tanecikler olmazdı.	Asya, B7, Hale, B10, B13, B23, B28, B32, C1, C2, C5, C15, C21, C22, C28	B13: "Atom atom olmazdı. Çünkü eğer protonlar elektronları çekmezse elektronların belirli bir yörüngesi ve yeri olmazdı. Başiboş gezerlerdi" B32: "Atomun yapısı bozunurdu. Atom yok olurdu. Crocks deneyi gerçekleşmezdi"
Denge bozulurdu.	B6, Ayşe, C18, C20	C18: "Düzen olmazdı. Aynı yükler birbirini ittiği için dünya ikiye bile ayrılabilirdi"
Maddenin yapısı bozulurdu.	B21, B34, C6, C22, Ata, C34	B21: "Şuanda günlük hayatta kullandığımız pek çok madde olmazdı..." B34: "Dünyada olan birçok madde olmazdı"
Elektron kolay veya zor parçalanırdı, yönelmeleri değişirdi.	B4, Hale, B18, Aslı, B30, Naz, C2, C17, C21, C27, C29	B30: "Atomun etrafında elektronlar oluşmazdı" C17: "Elektronlar çekirdekte olurdu protonlar etrafında dolanırdı"
Teknoloji gelişmezdi.	B1, B3, B4, B5, B21, B27, B32, C2, C12	B1: "Dünyada bazı şeyler gelişmez, ilerleme olmazdı. Bazı bilim adamlarının deneyi olmazdı" C2: "Şuan ki teknolojimiz olmazdı..."
Farklı çalışmalar, icatlar yapılamazdı.	B1, B9, B21, B24, B32, Ali, Ata, C32	Ali: "Elektroskop deneyi olmazdı..." Ata: "İnsanlar araştırarak daha az bilgiler barındırabilirdi. Yanında birçok bilim adamı tanınmayacaktı"
Hal değişimi olmaz	B15	B15: "Maddeler hal değişimi yapamazdı"
Hiçbir şey oluşmazdı	C21	C21: "Zıt kutuplar birbirini ittiği için hiçbir şey olmazdı"
Yaşamsal faaliyetler zorlaşır	B4, B5, B11, B18, B21, B24, B27, C2, C7, Ece, C20, C27, C32	B27: "Şu anda kullandığımız teknolojik şeyler olmazdı. Yaşam zorlaşırdı" C27: "...Günlük hayatımızdaki birçok düzenek olmazdı. Hayatımız zorlaşırdı"
Madde çeşidi azalır	C32	C32: "Bileşikler olmayınca maddelerin çeşitlerinin sayısı azalacak..."

Tablo 66. BYT Soru-4 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Çekim kuvveti olmazdı	A3, A12, A15, A18, A16, A19, A22, A23, A27, A33, D1, D3, D11, D29, D32, D34	A3: “Yer çekimi olmazdı” A16: “...Atomda protonların elektron çekme gücü olmazdı ve yapıda değişimler olurdu. Birbirlerini iterler” D1: “Manyetik alan oluşmazdı. Elektronlar başıboş dolaşırlardı. Çekirdek elektronu çekmezdi” D3: “Yer çekimi oluşmazdı”
Makineler kullanılmaz/ çalışmazdı.	A6, A10, A11, A19, A35, D7	A6: “Mıknatısla alakalı olan eşyaları kullanamazdık” D7: “Mekanik ve elektronik malzemelerde hata, arıza olur bazıları ise yapısında bulunanlar bakımından çalışamazdı”
Element, Bileşikler ve karışımlar oluşmazdı.	A23, D4, D19, D24, D27	A23: “Elementler oluşmazdı” D4: “Örneğin tuz oluşmazdı ve vücudumuz tuza ihtiyaç duyardı fakat bulamazdı” D19: “Elementler birbirine tutunamazlardı. Karışım oluşmazdı...”
Bütünlük/ nesnelere oluşmazdı.	A14, D8	A14: “Maddeler bir bütün olamazdı. Böylece yaşam çok zor olurdu. Kimya her yerde var ve maddeler gerçekten bozulurdu” D8: “Nesneler olmazdı...”
Mıknatıslar oluşmazdı.	A5, A10, A12, A13, A17, A19, A21, A24, A26, A28, A35, D1, D5, D18, D25, D30, D31, D33	A5: “Buzdolabına süs eşyaları yapıştıramazdık” D18: “Mıknatıs sistemi gibi çekim olmazdı” D25: “Mıknatıslar olmazdı. Atomlar olmazdı”
Dünya ve gezegenler ile ilgili değişiklikler	A1, A2, A3, A9, A10, A13, A15, A17, A18, A25, A34, D15, D21, D22	A1: “Ay veya güneş ile dünya arasındaki bağlar olmazdı” D15: “Dünya olmazdı” D21: “Dünyadaki denge bozulurdu”
Atom ile atom altı tanecikler olmazdı.	A13, A16, A27, D1, D19, D24, D25, D31	D31: “Atomlar oluşmazdı”
Maddenin yapısı bozulurdu.	A7, D6, D9, D10, D13, D28	A7: “...Katı madde diye bir kavram olmazdı” D28: “Birçok madde oluşmazdı. Yemek ve eşya gibi şeyler bulunmazdı”
Fen dersinde konu anlatımı değişirdi.	A8, A25	A25: “Fen ve teknoloji dersinde mıknatıs konusu işlenmezdi”
Yaşamsal faaliyetler zorlaşır	A3, A14, A17, A35, D7, D16, D17, D20, D26	D16: “Yaşamsal faaliyetlerimizi sürdüremezdik” D26: “Vücudumuza gerekli olan maddeleri alamazdık”
Farklı çalışmalar, icatlar yapılamazdı.	D14	D14: “İletken özelliği olmazdı. Bu yüzden bazı teknolojik aletler yapılamazdı”
Hiçbir şey oluşmazdı	A13, D21, D23	A13: “...Kısacası hiçbir şey olmazdı” D23: “Hiçbir şey birbirine bağlanmazdı evler hemen çökerdi hayat mahvolurdu”

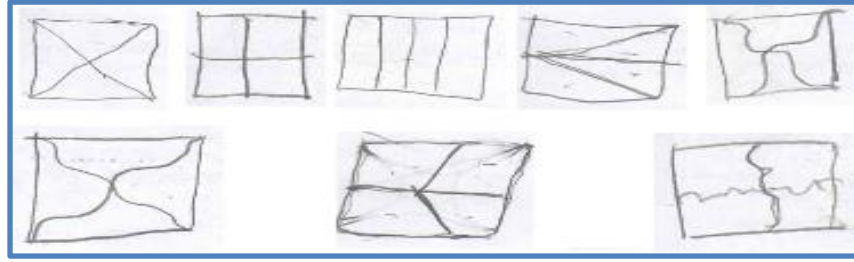
Tablo 65 ve Tablo 66 incelenip, son testler deney ve kontrol grupları açısından karşılaştırıldığında deney grubunda yer alan katılımcılar açısından farklı kodların ortaya çıktığı görülmüştür. Örneğin deney grubunda yer alan katılımcılar, ön testte yer almayan “Kimyasal tepkimeler olmazdı, elektrik / elektriklenme olmazdı, denge bozulurdu, elektron kolay veya zor parçalanırdı, yönelmeleri değişirdi, teknoloji gelişmezdi, hal değişimi olmaz, madde çeşidi azalır” şeklinde çok sayıda farklı düşünce ortaya koymuşlardır. Buna ek olarak, deney grubunda yer alan katılımcıların çok sayıda düşünce ortaya koyarak birden fazla kod altına alındıkları görülmüştür. Ayrıca, “Atom ile atom altı tanecikler olmazdı” kodu altında görüş bildiren deney grubunda on altı (16) katılımcı yer alırken, kontrol grubunda dokuz (9) katılımcı yer almıştır. Diğer bir dikkat çekici kısımda, deney grubunda yer alan katılımcıların düşüncelerini açıklarken bilim insanı veya deney isimlerinden yararlanmalarıdır. Örneğin, B24, “Rutherford’un deneyi olmazdı”; B9, “...Katot ışınlarında sapmalar meydana gelmezdi”; B32, “...Crocks deneyi gerçekleşmezdi” şeklinde örneklerle düşüncelerini desteklemişlerdir.

BYT’de yer alan beşinci soruda, katılımcıların problem çözme becerilerini test etmek amacıyla, katılımcılardan bir kareyi dört eşit parçaya bölmeleri istenmiştir. Bununla ilgili olarak deney grubunda ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların ön testte ve son testte ortaya koydukları farklı çizim yöntemleri aşağıdaki yer alan Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35 ve Şekil 36’da gösterilmektedir.



Şekil 33. BYT soru-5 ile ilgili deney grubuna ait ön test çizimler

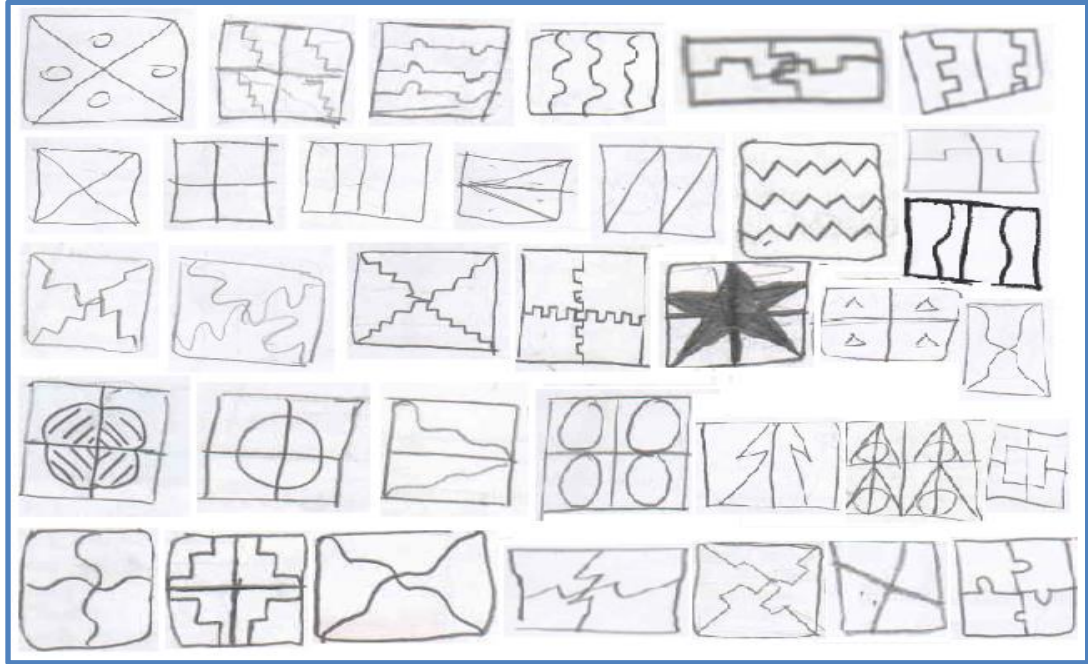
Deney grubunda yer alan katılımcıların beşinci soruya verdikleri cevaplar incelenmiştir. Deney grubunda yer alan katılımcıların ön testte dokuz (9) farklı çizim ortaya koydukları görülmektedir.



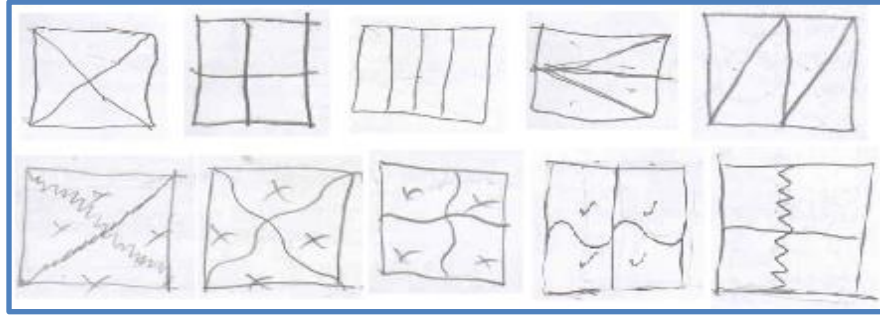
Şekil 34. BYT soru-5 ile ilgili kontrol grubuna ait ön test çizimler

Beşinci soru ile ilgili olarak ön testte kontrol grubunda yer alan katılımcılara ait çizimler incelendiğinde, ön testte deney grubu ile benzer sayıda ve yapıda şekiller ortaya koydukları görülmüştür. Kontrol grubunda sekiz (8) farklı şekille karşılaşmıştır. Tablo 45’te deney ve kontrol grubu için ortaya konan, ön test akıcılık ve orijinallik birleşimi puanlara bakıldığında deney (211) ve kontrol (194) grubu açısından puanların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Şekil 33 ve Şekil 34 orijinallik puanlarının birbirine yakın olması durumunu desteklemektedir.

Katılımcıların bir kareyi dört eşit parçaya bölmek ile ilgili son testte yer alan çizimleri incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında yer alan katılımcıların çizimleri sırasıyla Şekil 35 ve Şekil 36 olarak aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 35. BYT soru-5 ile ilgili deney grubuna ait son test çizimler



Şekil 36. BYT soru-5 ile ilgili kontrol grubuna ait son test çizimler

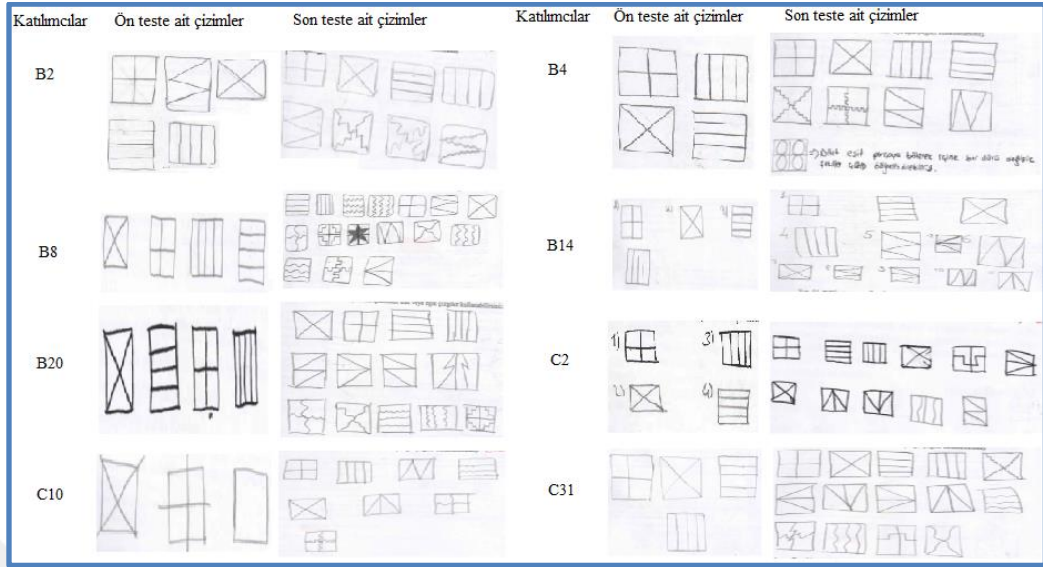
Şekil 35 ve Şekil 36 incelendiğinde deney grubunda yer alan katılımcıların otuz yedi (36) farklı şekilde kareyi dörde bölme yöntemi önerdiği görülürken, kontrol grubunda on (10) farklı yöntem önerisi ortaya çıkmıştır. Deney grubunda yer alan katılımcıların çizimlerine bakıldığında çok sayıda farklı çizim önerisi ortaya koydukları görülmektedir. Bu çizim önerilerine bakıldığında çok sayıda ve alışılmadık farklı çizim önerileri (akıcılık ve orijinallik) ortaya koyan katılımcıların olduğu dikkat çekicidir. Bu durum Tablo 45'te son test deney grubu için ortaya çıkan akıcılık ve orijinallik birleşimi puanlardaki yaklaşık üç kat farkı destekler niteliktedir.

Yukarıda yer alan kareyi dört eşit parçaya bölebilmek ile ilgili yöntem önerilerine ek olarak deney ve kontrol grubu için ön testte ve son testte farklı çizimler de mevcuttur. Fakat bu çizimlerin eşit parçalar oluşturmadığı düşünüldüğünden dikkate alınmamıştır. Bahsi geçen çizimlerden bir kısmı aşağıdaki Şekil 37'de ortaya konmuştur.

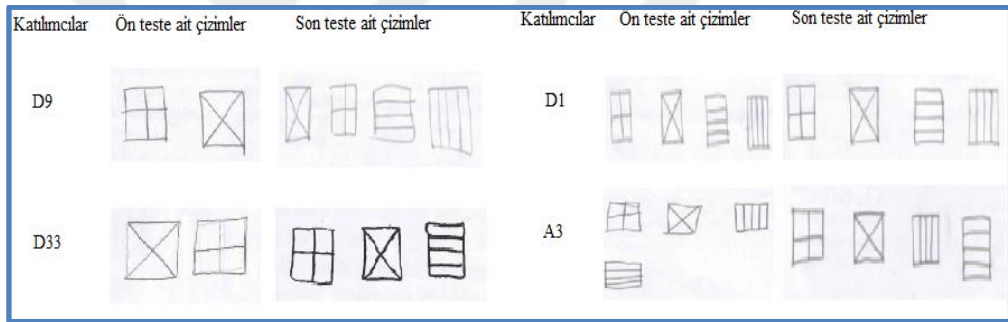


Şekil 37. BYT soru-5 deney ve kontrol grubuna ait eşit bölünmeyen çizimler

Yukarıda bahsedilen farklı çizimler katılımcılar açısından da karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan bazı katılımcılar için ön test ve son test çizimleri yan yana olarak aşağıda Şekil 38 ve Şekil 39'da sunulmuştur.



Şekil 38. BYT deney grubu ön test ve son test çizimlerinin karşılaştırılması



Şekil 39. BYT kontrol grubu ön test ve son test çizimlerinin karşılaştırılması

Şekil 38 ve Şekil 39 incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların ön test ve son testte ortaya koydukları çizim önerileri genel olarak benzerken, deney grubunda yer alan katılımcıların son testte farklı öneriler ortaya koydukları görülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılar için son test çizimleri incelendiğinde önerilen yöntem sayısının arttığı ve yaygın olarak ifade edilenin dışında (akıcılık ve orijinallik) çizimler ortaya koydukları görülmektedir. Yine bu durumda deney grubu katılımcılarının son test orijinallik puanlarını (626) destekler niteliktedir.

Bilimsel yaratıcılık testinde altıncı soruya katılımcıların verdikleri cevaplar ile ilgili kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra bu kodlardan yola çıkılarak kategoriler oluşturulmuştur. Altıncı soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve kategoriler altına giren kodlar aşağıdaki Tablo 67’de sunulmuştur.

Tablo 67. BYT Soru-6 İçin Oluşturulan Kategoriler ve Kodlar

Kategori no	Kategori adı	Kodlar
1	Fiziksel özellikler	Eritme/ ısıtma Parlaklığa bakma Ağırlıklarına bakma Oda koşullarındaki hali
2	Kimyasal özellikler	Tepkimeye girip girme durumuna bakma Asitlerle tepkimesine bakma Su ile tepkimesine bakma Tepkime hızı Tepkime sonundaki ürüne göre Bileşik halinde bulunma
3	Yapısal özellikler	Mıknatıs tarafından çekilebilme Elektrik iletkenliğine bakma İşlenebilirliğine bakma Dayanıklılık
4	Araştırma	Periyodik sistemdeki yerine/ elektron dizilişine bakma Elektron verme eğilimlere bakma

Katılımcıların Soru-6 ile ilgili verdikleri yanıtlar ayrıntılı olarak incelenmiş ve yanıtlardan yola çıkılarak dört kategori oluşturulmuştur. Her bir kategori ise, yine katılımcı ifadelerine göre oluşturulan birden fazla kodla ilişkilendirilmiştir.

Bilimsel yaratıcılık testinde altıncı soruda katılımcılardan, metallerin aktifliklerini karşılaştırmaları ve daha aktif olanı bulabilmeleri için bir yol önermeleri istenmiştir. Altıncı soruya ilişkin kontrol ve deney grubuna ait nitel bulgular aşağıdaki Tablo 68, Tablo 69, Tablo 70 ve Tablo 71’de sunulmuştur.

Tablo 68. BYT Soru-6 Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Tepkimeye girip girme durumuna bakma	B4, B6, Hale, B27, C7, C17, C22, C28	B4: “...herhangi bir atomla tepkimeye girebilir mi ona göre inceleniyor olabilir” C17: “İkisini de periyodik tablodaki yarı metal elementlerle etkileşime geçirirdim”
Eritme/ ısıtma	B3, B11, B22, C13, C17, C19, Ata	B11: “İki metali de aynı derecede ısıtırdım. Hangisi daha iyi ısı iletiyorsa daha metal olduğunu anlardım” B22: “Isıtırdım. Hangisi daha çabuk ısınıyor?...” C13: “Ateşle yakardım hangisi daha önce erirse o daha aktiftir derdim”
Mıknatıs tarafından çekilebilme	B7, B14, C4, C6, C12, Ece, C16, C18, Ali, C24, C26, C27, C30, C31, C32, C33	B7: “İki özdeş mıknatısla metalleri ayrı ayrı mıknatıslarla eşleştirdim. Mıknatıs hangi metali daha güçlü çekiyorsa o daha güçlüdür” C18: “Bir buzdolabına yapışıyor mu diye bakardım. Metal çekmeyen bir yere yapıştırdım. Yapışmayan metali aktif metal olarak kabul ederdim”

Tablo 68 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Mıknatıs tarafından çekilebilme	B7, B14, C4, C6, C12, Ece, C16, C18, Ali, C24, C26, C27, C30, C31, C32, C33	B7: "İki özdeş mıknatısla metalleri ayrı ayrı mıknatıslarla eşleştirdim. Mıknatıs hangi metali daha güçlü çekiyorsa o daha güçlüdür" B14: "Mıknatısla çekmeye çalışırım hangisi iyi tutarsa o iyidir" C18: "Bir buzdolabına yapışıyor mu diye bakardım. Metal çekmeyen bir yere yapıştırdım. Yapışmayan metali aktif metal olarak kabul ederdim"
Elektrik iletkenliğine bakma	Asya, B3, B5, B6, B7, B10, Ayşe, B13, B14, B18, B19, Aslı, B21, B29, B30, Naz, B32, C4, C15, Ata, C34	Asya: "İletkenliğine bakardım" Ata: "Elektrik verirdim"
Periyodik sistemdeki yerine/ elektron dizilişine bakma	B24, B34	B24: "Bir şekilde element dizilimini öğrenmek isterdim..."
Parlaklığa bakma	B3, B6, B7, B10, B18, B19, B32	B3: "...parlaklığımı test ederdim..." B19: "Parlak olup olmadığına"
İşlenebilirliğine bakma	B7, B13, B14, B19, B22, B24, C12	B24: "...Şekil verilebilme özelliğine bakardım..." C12: "Hangisinin kolay işlendiğine bakardım"
Dayanıklılık	B13, C6, C24, C34	C24: "Başka bir metalle karşılaştırarak dayanıklılığı ölçerdim" B28: "Mikroskop kullanırdım"
Diğer	B24, B28, C3, C8	C8: "Yere bıraktırdım hangisi daha yüksek zıplarsa o daha aktif olurdu. Bir top gibi." C3: "İki metal parçası verilseydi daha aktif metal olduğunu birçok bilimsel yol uygulayarak test ederdim"

Tablo 69. BYT Soru-6 Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Eritme/ ısıtma	A5, A13, A27, A33, D21, D28	A5: "Ateşe tutar hangisi daha çabuk ısınıyorsa..." A27: "Isıttırdım..." D21: "Ateş yakıp hangisinin daha önce eridiğini tespit ederdim"
Mıknatıs tarafından çekilebilme	A1, A2, A4, A7, A8, A14, A19, A22, A23, A25, A31, A32, D2, D4, D5, D7, D10, D13, D15, D16, D18, D20, D22, D23, D24, D25, D27, D29, D31, D32, D33, D34	A1: "Karşısına bir mıknatıs koyarak hangisinin daha iyi çektiğine bakarak" D4: "Mıknatısı kullanarak hangisini daha çok çekiyorsa o daha aktif bir metaldir" D5: "Mıknatısa yaklaştırıp, çekim hızını denerdim" D25: "Öncelikle iki mıknatıs alırdım. Biri çok aktif diğeri daha az aktif. Sırayla denerdim. Ona göre karar verirdim"

Tablo 69 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Elektrik iletkenliğine bakma	A3, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A26, A34, D1, D2, D14	A10: “İki tane basit elektrik devresi kurardım. Birini birinci metale ikincisini ikinci metale kurardım. Özdeş ampul, pil ve anahtarla yapardım. Hangi ampul parlak yanarsa o metal daha aktiftir.” A15: “Elektrik veririm ampermetreyle direncini ölçerim direnci yüksek olanın aktifliği azdır” D2: “Elektrik devresiyle”
Periyodik sistemdeki yerine/ elektron dizilişine bakma	A13, D6, D19, D34	A13: “...periyodik sistemdeki yeri” D6: “Periyodik sistemde yerlerini bulmaya çalıştım. Zaten orada hangisinin aktif hangisinin pasif olduğunu buluruz...”
Parlaklığa bakma	A3, A11, A13, A21, D8	A11: “Hangi metal parçasının renginin daha canlı ve parlak olduğuna bakardım...” D8: “Hangisi parlaksa...”
İşlenebilirliğine bakma	A3, A13, D1	A3: “...şekil alıp alamayacağına bakarım” D1: “Metaller esnek ve şekil verilebilir olduğundan iyi metaller daha iyi şekil alacaktır. Bu nedenle iki metal parçasına da şekil vermeye çalıştım”
Dayanıklılık	A33, D7	A33: “...Hangisinin daha dayanıklı olduğuna bakarım...” D7: “Dayanıklılık açısından testlerden geçebilir, dayanıklı olan daha aktiftir, kullanışlıdır”
Diğer	A27	A27: “Seslerine bakardım.”

BYT’de katılımcıların fen deney becerilerini ortaya koyabilmek amacıyla altıncı soru oluşturulmuştur. Tablo ve tablo ayrıntılı olarak incelendiğinde katılımcı ifadelerinden oluşturulan kodların aynı oldukları görülmüştür. Sadece farklı olarak, deney grubunda yer alan katılımcılardan bir kısmı farklı olarak “Tepkimeye girip girme durumuna bakma” kodu altına giren ifadeler kullanmışlardır. Deney ve kontrol grubunun her ikisi için de, herhangi bir kod altına alınmayan ifadeler “Diğer” kodu altında toplanmış ve bu ifadelerden bir kaçını örnek olarak sunulmuştur.

Tablo 70. BYT Soru-6 Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Tepkimeye girip girme durumuna bakma	B3, B7, B9, B10, Ayşe, B15, C11, C19, C26, C28	B9: “Bir ametal bulurum ve bileşik oluşturma tepkimesine sokardım” C11: “Hangisi tepkimede daha çok etki gösterirse o metal parçası daha aktiftir”
Eritme/ ısıtma.	B11, C8	B11: “Hangisi ısınıyorsa ona bakardım...”
Mıknatıs tarafından çekilebilme	B7, B14, B33, C4, C5, C6, C15, C19 Ali, C24, C27, C34	B33: “Mıknatıs kullanarak hangisi daha güçlü çekerse daha aktiftir diye düşünürdüm” C15: “Mıknatısla deneme yapardım” C24: “Bize iki metal parçası verilseydi hangisinin daha aktif olduğunu mıknatıs kullanarak test ederdim. Hangisini daha güçlü çekiyorsa onun daha aktif bir metal olduğuna karar verirdim...”

Tablo 70 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Elektrik iletkenliğine bakma	B5, B7, Ayşe, B13, B14, B17, B18, B19, Aslı, B21, B28, B29, B30, Naz, B32, C6, Ali	Ayşe: “Bir maddeyle tepkimeye sokarak aktifliğini ölçerdim. Elektriği en fazla kim iletir diye bakardım” B28: “Elektriği daha iyi iletene bulurdum.” C6: “Elektriği iletiyor mu iletiyorsa ne kadar iletiyor ona bakarım”
Elektron verme eğilimlere bakma	B4, B9, B18, B24, B32, C7, C29	B4: “Elektron verme eğilimi hidrojenen fazla olan metallere aktif metaller denir. Kontrollü deneyler kurardım. Aynı deney üzerinde 2 tane metal 1 tane hidrojen alarak düzeneği kurardım. Örneğin; lityum ve berilyumla farklı bileşikler oluşturarak bileşikte kararlı hale gelmesi için hangisinin daha çok elektron verip vermediğine bakardım...”
Periyodik sistemdeki yerine bakma	B1, B5, B10, B13, Aslı, B23, B24, B28, B29, C1, C2, C4, C5, C9, C12, C16, C20, C21, C22, Ata, C27, C28, C29, C31, C33	B13: “Periyodik tabloda aşağı inildikçe metalik özellik artar” B24: “Periyodik tabloda sırasına bakardım. Elektron verme eylemlerine bakardım. Ve anlayabilirdim bu sayede” C28: “Periyodik sistemdeki yerine bakarım” C29: “Soy gaz olmak için kaç elektron verdiğine bakarım”
Kütlesine bakma	B32, C18	B32: “...kütlesine bakarak”
Asitlerle tepkimesine bakma	B14, Aslı, B25, C2, C13, C21, C26, C34	B14: “Asitler ve bazlar ile tepkimeye girdirilir” C13: “Deney kabının içine bol asitli bir sıvı koyup içine çeşitli metaller atardım” C26: “Hangisi tepkimede daha çok etkileşim gösterirse o daha aktiftir. Asit ve baz kullanırdım”
Su ile tepkimesine bakma	Aslı, B32, C2, C21	Aslı: “... Hava su vb. ile tepkimeye girmesi” C2: “Su ile verdiği tepkimeye bakarız”
Parlaklığa bakma	B18, Aslı	Aslı: “...Daha parlak olmasına bakarım...”
İşlenebilirliğine bakma	B11, B19, Aslı, Ali	B11: “...Hangisi bükülüyor yani şekil alıyor ona bakardım” Ali: “Tel ve levha haline gelip gelmediğine bakardım”
Oda koşullarındaki hali	Asya	Asya: “Doğadaki hallerine bakardım. (Bileşik halde bulunurlar.)”
Tepkime hızı	Asya, B6, Hale, B22, B27, B34, C1, Ece, C17, C18, C19, C22, C30, C32	B6: “Metalin tepkimeye gireceği bir sıvıya ikisini de sokar tepkime sürelerine bakardım. Daha çabuk tepkimeye giren daha aktiftir” Hale: “İkisini de aynı karışıma farklı kaplarda aynı anda koyardım. Hangisi daha önce tepki verirse o daha aktif olurdu. Aktif metaller daha çok tepkime verir ve reaksiyon gerçekleştirir” C22: “Atom numarasına bakardım. Farklı iki elementi aynı elementle tepkimeye sokup hangi tepkimenin daha hızlı geliştiğine bakardım”

Tablo 70 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Tepkime hızı	Asya, B6, Hale, B22, B27, B34, C1, Ece, C17, C18, C19, C22, C30, C32	B6: “Metalin tepkimeye gireceği bir sıvıya ikisini de sokar tepkime sürelerine bakardım. Daha çabuk tepkimeye giren daha aktiftir” Hale: “İkisini de aynı karışıma farklı kaplarda aynı anda koyardım. Hangisi daha önce tepki verirse o daha aktif olurdu. Aktif metaller daha çok tepkime verir ve reaksiyon gerçekleştirir” C22: “Atom numarasına bakardım. Farklı iki elementi aynı elementle tepkimeye sokup hangi tepkimenin daha hızlı geliştiğine bakardım”
Tepkime sonundaki ürüne göre	B7, C18	B7: “Tepkimeden çıktığı zaman değişen şeylere bakardım” C18: “Tepkime sonundaki ürüne...”
Bileşik halinde bulunma	B23, B25, B27	B23: “Atom numaralarına göre daha aktif metal olduğunu bulabiliriz. Metaller doğada bileşik bulunuyordu” B27: “Çabuk tepkimeye girer. Doğada serbest halde olmaz”
Diğer	C24, C3	C24: “...Veya yün, kazak, elektriklenmiş kalem vb. cisimlere yaklaştırarak çekme gücüne bakardım” C3: “Eğer iki metal parçası verilseydi bir metalin aktif olduğunu deney, gözlem yaparak test ederdim. Tahminde bulunup, onunla ilgili kontrollü deneyler yapardım”

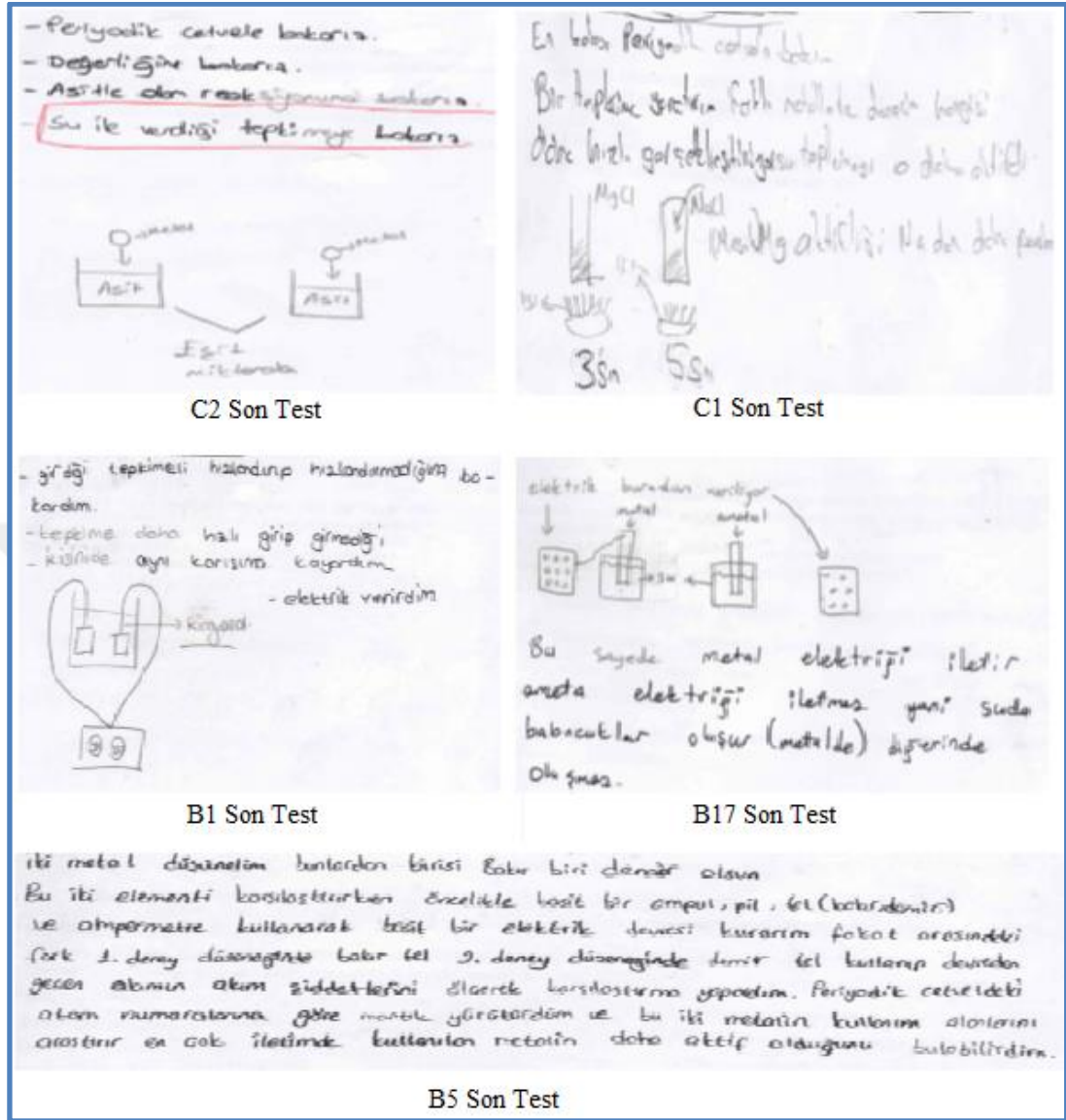
Tablo 71. BYT Soru-6 Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Eritme/ ısıtma	A5, A6, A14, A22, D21	A5: “Ateşe koyup hangisi daha çabuk ısınır o daha metaldir” A6: “Ateşe tutup ısınmasını beklerdim”
Mıknatıs tarafından çekilebilme	A1, A4, A6, A7, A8, 23, A25, A27, A32, D2, D4, D7, D13, D16, D18, D20, D22, D23, D24, D25, D27, D28, D31	A7: “Mıknatıs kullanırdım. Hangisinde mıknatısta çekim gücü daha fazlaysa onun daha aktif metal olduğunu düşünürdüm” D13: “Mıknatıs kullanırdım. Uzakta olan mıknatıslık olana fırlatırdım. Bir sıranın üzerine koyup altında mıknatısla hareket ettirirdim” D31: “Hangisinin daha çok demir tozu çektiğine bakardım”
Elektrik iletkenliğine bakma	A2, A3, A9, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A19, A21, A22, A23, A27, A34, D1, D2, D3, D9, D14, D20, D27	A2: “İletkenliğine bakardım” A9: “Elektrik kullanarak yapardım” D30: “Bir elektrik kablosu yardımıyla elektriği verip ampule dokundururdum. Elektriği iyi iletirse aktif metal olduğu anlaşılırdı. Veya mıknatısla metali çekerdim. Eğer mıknatıs iyi çekerse aktif metaldir”
Elektron verme eğilimlere bakma	A13, A22	A22: “Elektron verme eğilimi”

Tablo 71 devamı

Kodlar	Katılımcılar	Örnek katılımcı ifadeleri
Periyodik sistemdeki yerine bakma	D14, D19, D34	D14: "...periyodik tabloya bakardım. Grup numarası 1,2,3,4 ise metaldir ve aktiftir" D34: "Periyodik tabloyu inceler ona göre ayırt ederdim"
Ağırlıklarına bakma	A1, A32	A1: "Kilosunu ölçerdim..."
Asitlerle tepkimesine bakma	A13, D6	A13: "Asitlerle etkileşimde tuz ve hidrojen çıkarır. Aktif metaller su ile tepkimeye girerse baz olur" D6: "Metal parçalarının aktif olduklarını anlamak için diğer elementlerle birleştirdim veya asitlerle olan etkileşimini incelerdim"
Su ile tepkimesine bakma	A13, A14, A22, D32	A14: "Aktif metaller ayrıca su ile tepkimeye girerek bazı oluşturur. Buradan da bulunabilir" D32: "Çeşitli karışımli sulara batırırdım, hangisi eriyecek? Hangisinin şekli değişecek?"
Parlaklığa bakma	A3, A21, D1, D8	A21: "Daha iyi bir metal bence iyi ileten bir metaldir. Veya daha parlaktır..."
İşlenebilirliğine bakma	A3, A13, A22, A27, D1, D8, D32	A3: "...Tel ve levha haline getirmeyi denerdim..." A27: "Bükmeye çalışırdım. Bir şekil vermeye çalışırdım" D8: "...kolay şekil verme ile"
Oda koşullarındaki hali	A19,	A19: "Oda sıcaklığındaki bulunma haline bakardım"
Diğer	A33, D5, D15, D21	D5: "Metallerin özelliklerini yapıyor mu diye bakardım" D21: "...her ikisini de yere atarak hangisinden daha tok ses çıkarsa o daha aktif derdim"

Tablo 70 ve Tablo 71 incelenip deney ve kontrol grupları son test açısından karşılaştırılmıştır. Altıncı soru değerlendirilirken, katılımcı ifadeleri ortaya konan yöntem puanı ile orijinallik puanı açısından değerlendirilmiştir. Tablo 45 incelendiğinde son test açısından deney grubu orijinallik puanlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcıların metalleri test etmek amacıyla kontrol grubundan farklı olarak, deney yaptıkları ve reaksiyona girip girmeme durumuna göre karar verdikleri görülmektedir. Buna ek olarak, deney grubunda yer alan katılımcılar, kontrol grubunda yer alan katılımcılardan farklı olarak, "Tepkime hızı, tepkime sonundaki ürüne göre, bileşik halinde bulunma" gibi kodlar altına giren farklı ifadeler ortaya koymuşlardır. Bu durum Tablo 45'te görülen deney grubu orijinallik puanındaki yüksekliği destekler niteliktedir. Metalleri karşılaştırmak için ortaya koydukları yöntemi ile ilgili deney grubu katılımcılarından bazılarının alıntılar aşağıda Şekil 40'ta gösterilmektedir.

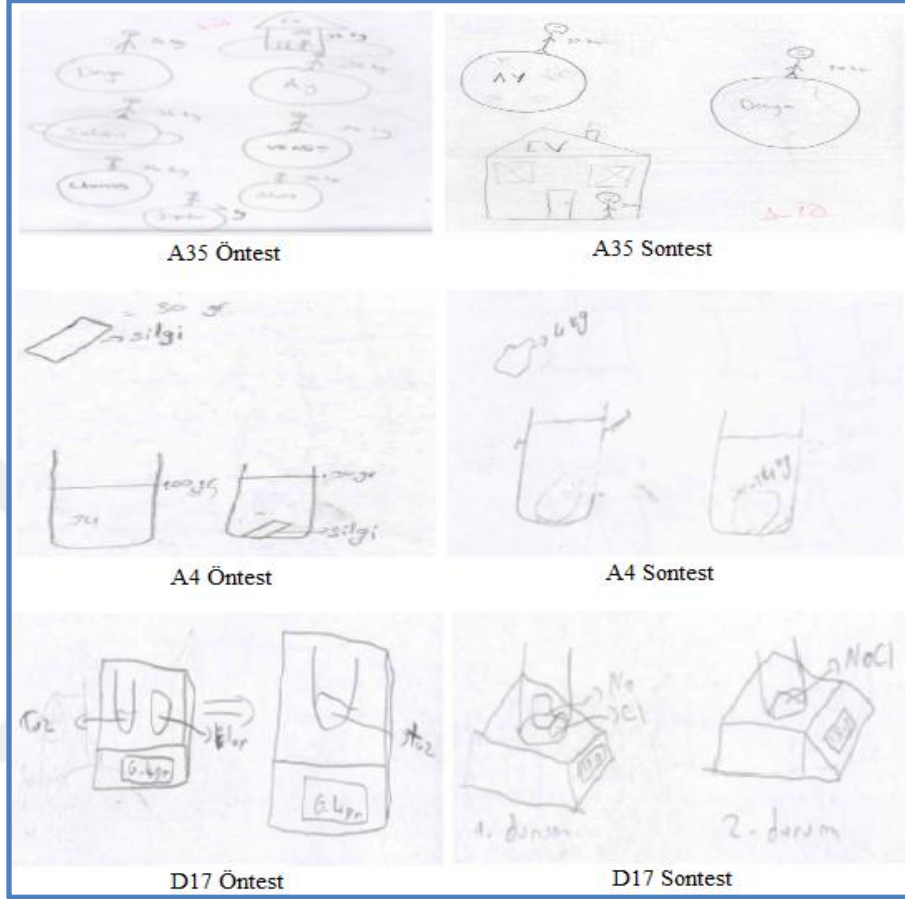


Şekil 40. BYT soru-6 deney grubu katılımcılarından bazılarının çizimleri

Şekil 40'a göre, deney grubunda yer alan katılımcıların ifadelerine bakıldığında metallerin aktifliklerini karşılaştırma amacıyla, metallerin özelliklerinden yararlandıkları, ayrıntılı ifadeler ile savundukları yöntemi açıkladıkları ve düşüncelerini çizimlerle destekledikleri görülmüştür. Bu durum deney grubunda yer alan katılımcıların kontrol grubuna göre "Yöntem" puanındaki artışı desteklemektedir. Yine deney ve kontrol grubunun her ikisi için herhangi bir kod altına alınamayan ifadeler "Diğer" kodu altında değerlendirilmiş ve örnekleriyle birlikte sunulmuştur.

Bilimsel yaratıcılık testinde yedinci soru olarak katılımcılardan kütle korunumu sağlayabilecekleri bir deney düzeni oluşturmaları istenmiştir. Yedinci soru katılımcıların ürün tasarlama becerilerini test etmek için oluşturulmuştur. Kontrol

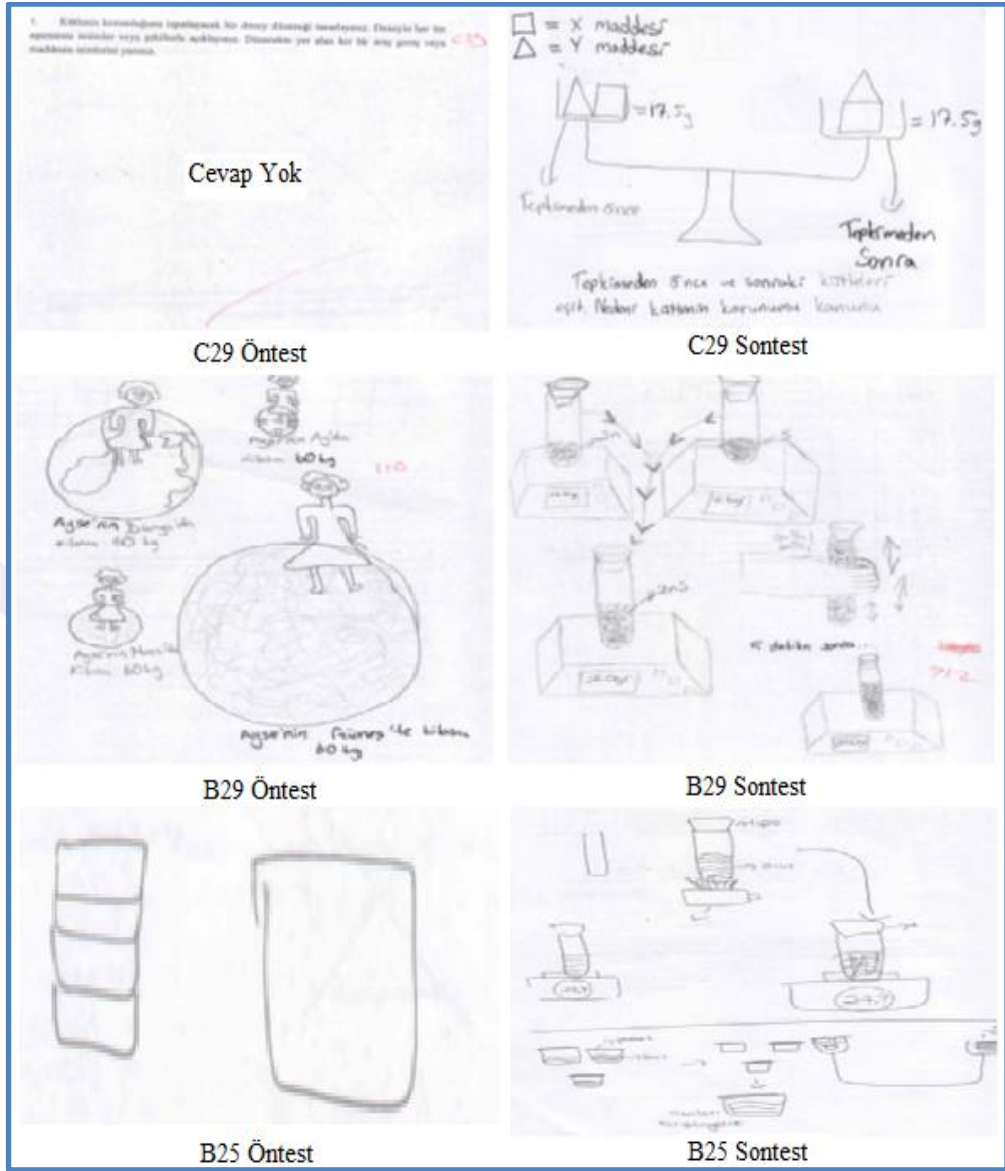
grubunda yer alan bazı katılımcılara ait ön test ile son test cevapları yan yana aşağıda Şekil 41’de sunulmuştur.



Şekil 41. BYT soru-7 kontrol grubu katılımcılarının ön test ve son test çizimleri

BYT’de yer alan yedinci soruda katılımcıların ürün tasarlama becerilerini ortaya çıkarabilmek amacıyla kütlenin korunumunu sağlayabilecekleri bir düzenek tasarımları istenmiştir. Yukarıda Şekil 41’de kontrol grubunda yer alan katılımcılardan bir kısmının yedinci soruya yönelik ön test ve son test çizimleri orijinal haliyle sunulmuştur. Çizimler incelendiğinde çizimlerin benzerlik gösterdiği dikkati çekmektedir.

Öğrencilerin ürün tasarlamasının amaçlandığı yedinci soruda deney grubu katılımcılarının çizimleri ayrıca incelenmiştir. Deney grubunda yer alan bazı katılımcılara ait ön test ile son test cevapları yan yana aşağıda Şekil 42’de sunulmuştur.



Şekil 42. BYT soru-7 deney grubu katılımcılarının ön test ve son test çizimleri

Yukarıda Şekil 42 ve Şekil 43'te yer alan örnek çizimler incelendiğinde, ön test deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların genel olarak kütle korunumunu, dünya ve ayda ölçümler yapmak ile ilişkilendiren çizimler yaptıkları görülmektedir. Diğer taraftan, Şekil 42 incelenip deney grubunda yer alan katılımcıların son testte yer alan çizimlere bakıldığında, farklı deney düzenekleri ile kütle korunumunu sağlamaya çalıştıkları; element ve bileşikler mikro düzeyde sembolize ettikleri ve tepkime sonunda oluşabilecek gaz çıkışını dikkate aldıkları görülmüştür. Diğer taraftan Şekil 41'e göre kontrol grubunda yer alan katılımcılardan yine büyük çoğunluğunun ön testte yer alan ifadeleriyle benzer görüşler ortaya koydukları görülmüştür. Yukarıda Şekil 42'de ortaya konan ayrıntılı çizimler, genel izlenime dayalı olarak belirlenen

orijinallik puanlarının Tablo 45’te gösterildiği şekliyle deney grubunda daha yüksek çıkmasını desteklemektedir. Yine benzer olarak, deney grubunda yer alan katılımcıların Şekil 42’de ortaya koydukları deney düzenekleri incelendiğinde, daha önceden belirlenen kriterleri (tanecik boyutunda gösterim sayılarla ifade deney düzeneği oluşturulması örnek element ve bileşik kullanımı sürecin açıklanması) taşıdıkları için yöntem/ deney düzeneği puanlarının yüksek olduğu ve bu durumun Tablo 46’yı desteklediği görülmüştür.

4.1.4. Bilimin Doğası Hakkındaki Düşüncelere Ait Bulgular

Bu bölümde, her bir soru için kontrol ve deney grubuna ait bulgular oluşturulan kodları içerecek şekilde ön test ve son test olarak tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca, çalışmanın iç geçerliğini sağlamak amacıyla tablolarla ilgili olarak katılımcı ifadeleri tabloların altında ayrıca irdelenmiştir. Bunlara ek olarak bu bölümde, her bir soru için bilimin doğasının temelini oluşturan boyutlar ayrı başlıklar halinde incelenmiş ve bununla ilgili tablolar oluşturulmuştur. Her boyut için bulgular, deney ve kontrol grubu için son testlerin karşılaştırılması şeklinde, tablolar halinde sunulmaktadır.

4.1.4.1. VNOS-C Birinci Soruya İlişkin Bulgular

Birinci soru “Fenin tanımı” ve “Fenin farkı” olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Bu yüzden bu kısımda birinci soruya ait bulgular iki ayrı başlık altında incelenmiştir.

Birinci sorunun ilk kısmında, katılımcılardan fen bilimlerinin tanımını yazmaları istenmiştir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplardan oluşturulan kodlar Tablo 72, Tablo 73, Tablo 74 ve Tablo 75’te sunulmaktadır. Tablolarda hangi katılımcının hangi kod altına girdiği açıkça görülmektedir. Katılımcılar ile ilgili kodlar oluşturulurken, “B” ve “C” deney grubunu, “A” ve “D” kontrol grubunu ifade etmekte olup, her sınıf için katılımcılara birden başlayarak numara verilmiştir. Bu durum bilimin doğasına ait bulgular içerisinde yer alan tüm tablolar için geçerli kılınmıştır. Tabloların alt kısmında ise tabloyu desteklemek amacıyla katılımcı ifadelerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Tablo 72. “Fen Biliminin Tanımı” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
Evren	B6, Naz, C9
Doğa	Ayşe, B28
Hayat	Asya, B24, B25, C1, C4, C8, C10, C32
Deney ve Gözlem	B32, C11, C20, C24
Deney	B3, C2, C3, C5, C17
Araştırma ve İnceleme	Hale, B19, B29, B32, B33, C1, C2, C6, C8, C9, C11, C13, C19, C21, C24, C26, C28, C32, C33, C34
Doğa ve İnsan (Canlı)	B1, B3, B11, Ayşe, B16, B19, B22, B23, B26, B28, B1, B29, B33, B34, C12, C13, C15, C24, C26, C34
Madde	B15, B19, B22, B28, C15, C32, C33

Tablo 72 ayrıntılı olarak incelendiğinde üç (3) katılımcının fen bilimlerinin evrene ait olayları açıkladığını ifade ettikleri görülmektedir. Örneğin; B6 “*Evrenin her şeyini açıklayan bilim dalı...*” ifadesini kullanırken, Naz “*Kısacası fen bilimi evreni inceler, kainatın tüm kurallarını ortaya çıkaran bilimdir*” ifadesini kullanmıştır. Ayrıca, diğer deney grubunda yer alan C9 ise “*Fen bilimi evrenin özelliklerini (yer çekimi, suyun kaldırma kuvveti vb.) inceler*” şeklinde ifadeler kullanmıştır.

İki (2) katılımcının fen bilimlerini doğa kavramı ile ilişkili olarak açıkladıkları görülmüştür. Örneğin, Ayşe “*Fen bilimleri doğayı inceler*” şeklinde açıklama yaparken, B28 “*Fen bence doğa bilimidir*” açıklamasını yapmıştır.

Katılımcılardan sekizi (8) fen bilimlerini tanımlarken “Hayat” ile ilgili cümleler kullanmışlardır. Örneğin Asya net olarak düşüncelerini “*Fen bilimleri hayattır*” şeklinde ifade ederken; C4 ise, “*Bence fen hayatımızı anlatan bir ders. Hayattaki her şeyi bu dersten öğrenebiliriz*” ifadelerini kullanmıştır. Diğer katılımcıların ifadelerine bakıldığında hayat kodu altında farklı ifadeler kullandıkları görülmektedir. Örneğin, B24 “*Bence fen hayat hakkında merak edilenlerin tamamını kapsayan en eğlenceli dolu dolu olan bir bölüm*” şeklinde duyuşsal alana yönelik olarak bir fen tanımı yapmıştır.

“Deney ve gözlem” kodu altında ifade belirten katılımcıların ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların fen bilimlerini deney ve gözleme dayalı bir bilim dalı olarak ifade ettikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan B32 “*Fen bilimi gözlem deney ve bilimsel çalışmalar yapar*” şeklinde düşüncesini açıklarken, C11 “*Deney ve gözlemlere dayalı*

bir derstir” olarak düşüncesini açıklamıştır. Katılımcılardan bir kısmının da fen bilimlerini sadece deneylerle ilişkilendirdiği görülmüştür. Bu katılımcılardan C3 *“Fen bilimi deneylerle oluşturulan bir bilimdir”* ifadesini kullanarak tanımlama yaparken, C5 *“Fen bilimi deneylere dayalı bir bilimdir”* şeklinde ifade kullanmıştır.

Katılımcılardan 20 tanesinin tanım ifadelerinde, fen bilimleri ile ilgili olarak araştırma ve inceleme yaptığına dair vurgu bulunmaktadır. Bu katılımcılardan B29 *“Fen bilimi insanın kendi vücudu ve çevresini araştıran bilim dalı topluluğudur”* ifadesi ile fen bilimlerinin farklı alanlarda araştırmalar yaptığını vurgulamaktadır. Diğer taraftan katılımcılardan C13 *“Bence fen bilimi canlıların fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapılarını inceleyen bilim dalıdır”* ifadesiyle fen bilimlerinin çeşitli konularda incelemeler yapan bir bilim dalı olduğunu belirtmiştir.

Katılımcıların bir kısmının ise yaptıkları tanımlarda doğa ve insanı (canlı) birlikte kullandıkları görülmüştür. Bu katılımcı ifadelerine bakıldığında, katılımcıların fen bilimlerini doğa ve insan ile ilgilenen bir bilim alanı olarak tanımladıkları görülmektedir. Bu katılımcılardan B1 *“Fen bilimi doğayla insanla ilgilenen bir bilim dalı...”* cümlesi ile düşüncelerini açıklarken, B23 *“Fen bilimi insanı doğayı ve hayvanları her şeyi ele alır”* şeklinde bir ifade kullanarak tanım yapmıştır.

Yedi (7) katılımcı fen bilimlerinin maddeyi ve maddenin yapısını incelediğini ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan B22 *“...Madde yapısını maddelerin nasıl oluştuğunu ve daha birçok konuyla ilgilenir...”* ifadesini kullanırken, diğer deney grubunda yer alan C33 *“Fen bilimi maddeyi, çevreyi vb. şeyleri inceler...”* olarak düşüncesini ifade etmiştir.

Tablo 73. “Fen Biliminin Tanımı” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
Doğa	A2, A6, A11, A25, A33, D29
Hayat	A3, A15
Deney ve Gözlem	A22, D10, D13, D28
Araştırma ve İnceleme	A5, A15, A17, A21, A26, A27, D3, D10, D14, D18, D19, D28
Doğa ve İnsan (Canlı)	A6
Diğer	A7, A28, D2, D10

Tablo 73 incelendiğinde, altı (6) katılımcının fen bilimlerinin doğaya ait olayları açıkladığını ifade ettikleri görülmektedir. Örneğin; A33 düşüncesini “Doğa olaylarını ve daha birçok olayların merakı sonucunda ‘Neden ve nasıl?’ sorusunu sorarak çözüm bulmaya denir” ifadesini kullanarak açıklamıştır.

Katılımcılardan bir kısmı fen bilimlerini tanımlarken “Hayat” ile ilgili ifadeler kullanmışlardır. Örneğin katılımcılardan A3 “Fen bilimi hayattır” ifadesini kullanarak düşüncesini kısa ve öz olarak ifade etmiştir.

“Deney ve gözlem” kodu altında ifade belirten katılımcıların ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların fen bilimlerini deney ve gözlemlerle desteklenen bir bilim dalı olarak ifade ettikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan D13 “Fen bilimleri deney ve gözleme dayalıdır” ifadesini kullanırken, D28 “Fen bilimi, deney ve gözlemlerle desteklenen bir ders” olarak düşüncesini açıklamıştır. Diğer taraftan katılımcılardan bazıları da fen bilimlerini deneyle ilişkili olarak tanımlamışlardır. Bu katılımcılardan A22 “Deney demektir” ifadesini kullanarak tanımlama yaparken, diğer kontrol grubunda yer alan katılımcılardan D10 “Fen bilimi deneylere dayanan insanın daha çok bilgi sahibi olmasını sağlayan bilimdir” şeklinde ifade kullanmıştır.

Katılımcılardan bir kısmı fen biliminin farklı alanlarda incelemeler ve araştırmalar yapan bir bilim dalı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan A5 “Fen atomu inceleyen ve diğer olayları inceleyen bir daldır” olarak tanım yapmıştır.

Katılımcılardan A6’nın feni “Doğa ve insan (canlı)” ile ilişkilendirme eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu durumu A6, “Fen elementleri, canlıları, atomu, doğal olayları inceleyen bilim dalıdır” olarak ifade etmiştir.

Tablo 74. “Fen Biliminin Tanımı” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
Doğa	Ayşe, B10, B15, B16, B24, B28, B34, C7, C11, C19, C24
Hayat	Asya, B25, C1, C4, C5, C7, C20 C28,
Deney ve Gözlem	B15, B27, B30, C3
Araştırma ve İnceleme	Asya, B6, B22, B24, B29, C15, C27, C34
Doğa ve İnsan(Canlı)	B5, B11, B16, B26, B33, B34, C10, Ece, C28, C30
Deney	B10, B30, B32
Diğer	B3, B6, B14, B18, Naz, Ali, C26, C29

Tablo 74 incelendiğinde on bir (11) katılımcının fen bilimlerini doğa ile ilişkilendirdiği görülmektedir. Katılımcı ifadelerine bakıldığında, katılımcıların fen bilimlerinin doğaya ait olayları açıkladığını ifade ettikleri görülmektedir. Örneğin Ayşe “*Fen bilimleri doğayı, mekanik olayları inceler...*” ifadesini kullanırken, B15 “*Fen bilimi sayısal verilerden yararlanarak deney ve gözlem yaparak doğada vb. gerçekleşen olayları açığa çıkartmaktır*” şeklinde ifade kullanmıştır. Katılımcılardan C11 “*Bana göre fen bilimi doğayı çevreyi kısacası hayatımızla ilgili her şeyi genel olarak inceleyen bilim dalıdır*”, C19 ise “*Doğa olaylarını, maddeyi yani daha çok bir şeyin sebebi değil de nasıl olduğunu inceler...*” şeklinde tanımlamalarda bulunmuşlardır.

Katılımcılardan sekizi (8) fen bilimlerini tanımlarken “Hayat” ile ilişkili ifadeler kullanmışlardır. Örneğin Asya “*Fen bilimi hayattır. Bizi biz yapar. Kendimizi bulmamızı, farkımızın farkına varmamızı sağlar*” şeklinde tanım yapmıştır. Diğer katılımcıların ifadelerine bakıldığında fen bilimlerinin özellikle hayatımızdaki yeri ve önemine dair vurgular yaptıkları görülmektedir. Bu katılımcılardan B25 “*Fen biliminin bizim hayatımızda büyük bir yeri vardır. Fizik, kimya, biyoloji bizim hayatımızda yani günlük yaşantımızda olan şeyler*” ifadesini kullanırken; C1, “*Hayatımızı açıklar mesela biyoloji vücudumuzun nasıl işlediğini açıklar ve maddelerin nelerden oluşturduğunu araştırır*” ifadesini kullanmıştır. Yine benzer olarak, C4 ve C28 sırasıyla “*Bence fen bilimi hayatımızı kolaylaştırır, hayatta karşımıza çıkabilecek olayları bize öğretir*”; “*Fen bilimleri bize bizi anlatır. Öncelikle fen bilimleri sayesinde kendimizi, dünyayı, günlük hayatta yaşadığımız şeyleri açıklarız*” tanımları ile fen bilimlerinin hayat için önemini vurgulamışlardır.

Deney ve gözlem kodu altına dört katılımcı girmiş olup, bu katılımcılardan B15, B27 ve C3’ün ifadeleri sırasıyla, “*Fen bilimi sayısal verilerden yararlanarak, deney ve gözlem yaparak, doğada gerçekleşen olayları açığa çıkarmaktır*”; “*Fen bilimleri deney ve gözleme dayanır*”; “*Fen bilimi deney ve gözlem yapan bilim dalıdır*” şeklindedir.

Katılımcılardan sekizi (8) fen bilimlerinin araştırma ve incelemeler yapan bir bilim alanı olduğu ile ilgili ifadeler kullanmışlardır. “Araştırma ve inceleme” kodu altına giren katılımcılardan B22, “*Fen bilimi aklımıza gelebilecek her şeyi araştıran ve her konuda bir yararı olan bilimdir*” şeklinde düşüncelerini ifade ederken, C15

“*Araştırma ve nedenini tartışma*” olarak düşüncelerini açıklamıştır. Fen bilimlerini keşfetme ve merak ile ilişkilendiren C27 ve C34 düşüncelerini sırasıyla “*Araştırma, dünyayı keşfetme, etrafımızdaki her türlü şeyin nedenini araştırma*”; “*Bilim hakkında öğrenmemizi sağlar. Merak duygusu uyandırır. Örneğin Newton’un yer çekimini bulması örnektir*” olarak ifade etmişlerdir.

Katılımcılardan bir kısmı (B5, B11, B16, B26, B33, B34, C10, Ece, C28, C30) fen bilimlerinin hem doğayı hem de insanı (canlı) incelediğini ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan B5, “*Fen bilimi bence madde, enerji ve canlıyı inceleyen bir bilim dalıdır*” ifadeleri ile tanımlama yaparken; B16, “*Fen bilimi, insanı, doğayı ve her şeyi inceleyen bilim dalıdır*” tanımını yapmıştır. Katılımcılardan “*Fen bilimi doğayı, atomu, canlı ve doğanın kanunlarıyla açıklayan bir bilim dalı*” olarak görüş bildiren B34, fen bilimleri ile ilgili geniş kapsama sahip bir tanım ortaya koymuştur. Son olarak Ece fenin direkt insanı konu aldığını, “*Bence fen bilimleri insandır. Yani bir insanın bedenini incelediğimizde biyolojiye dair her şeyi biyolojinin etki ettiği bilim dallarından fiziğe, kimya ve matematiğe dair şeyleri bulabiliriz*” cümleleri ile ifade etmiştir.

“Deney” kodu altında yer alan katılımcılardan B30 ve B32 düşüncelerini sırasıyla “*Deneylerle açıklanabilir ve değişim gelişim gösterebilir*”; “*...deneye dayanır*” olarak ortaya koymuşlardır.

Tablo 75. “Fen Biliminin Tanımı” hakkında kontrol grubu katılımcılarının son testteki görüşleri

1. Fen Biliminin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
Doğa	A4, A6, A17, A22, A30, A34, D16, D34
Doğa ve İnsan(Canlı)	A4, A9, A10, A11, A17, D4, D12, D24, D28, D34
Hayat	A2, A6, A10, A18, A22, A34, D3, D5
Deney ve Gözlem	A15, A18, A23, A27
Araştırma ve İnceleme	A16, D3
Deney	A1, A31, D6, D25, D29, D30, D31, D33
Madde	D12, D34
Diğer	A3, A18, A24, A21, A27 A32, D1, D13

“Doğa” kodu altına giren sekiz (8) katılımcıdan bazılarının (D16 ve D34) konu ile ilgili ifadeleri sırasıyla, “*Fen bilimi maddenin doğasını inceler*”; “*Fen bilimi fizik, kimya, biyoloji gibi dalları olan doğayı, canlıları ve maddeleri ele alan bilim dalıdır*” şeklindedir.

Diğer taraftan bazı katılımcıların da fen bilimleri ile ilgili tanımlarında doğa ile insan (canlı) kavramlarını birlikte kullandıkları dikkati çekmektedir. Bu katılımcılardan A4 konu ile ilgili *“Fizik, biyoloji, kimya gibi sınırlı konuları değil de insanı, hayvanı, doğayı... Kısacası her şeyi inceleyen bilimdir”* şeklinde daha geniş kapsamlı bir tanım yapmayı tercih etmiştir. Yine benzer olarak tanımlarında doğa ve insanı vurgulayan katılımcılardan A17 ve D4 düşüncelerini sırasıyla, *“Fen bilimi doğayı, insanları inceler”*; *“Fizik, biyoloji, kimya gibi sınırlı konuları değil de insanı, hayvanı, doğayı... Kısacası her şeyi inceleyen bilimdir”* şeklinde açıklamışlardır.

Fen bilimlerini hayat olarak ifade eden D5 *“Fen bilimi hayatla ilgilidir”* olarak kısa ve öz bir tanım yapmıştır. Fen bilimlerinin günlük hayatla ilişkili olduğunu düşünen A10, *“Fen bilimi günlük hayatımızda gördüğümüz, kullandığımız maddeleri ve ayrıca canlıları inceleyen bilim dalıdır”* şeklinde düşüncelerini belirtmiştir. Bir başka açıdan fen bilimlerinin hayatla ilgili sorunlara çözüm bulduğu ve hayatı kolaylaştırdığı yönünde düşüncelerini belirten A18 ve D3 düşüncelerini sırasıyla, *“Hayatımızda bulunan sorunların veya bilinmeyenlerin bilimsel şekilde cevaplandırılmasıdır”*; *“Fen bilimi insanın hayatını kolaylaştırmak, insanı evreni dünyayı çözmek adına çalışmalar yapan nicel bir bilimdir”* belirtmişlerdir.

“Deney ve gözlem” kodu altına giren dört (4) katılımcıdan A15 ve A23 benzer olarak sırasıyla *“Deney ve gözleme dayanır”*; *“Fen bilimi deney ve gözleme dayalıdır”* ifadelerini kullanmışlardır. Diğer taraftan fen bilimlerini keşif ile ilişkilendiren A27 *“Fen bilimi deney yapma, gözlem yapma...”* olarak tanım yapmıştır.

Fen bilimlerini “Araştırma ve inceleme” ile ilişkilendiren A16 *“Anlatıma göre değil, daha çok araştırıp uğraşmaya yönelik olduğu için”* ifadesini kullanarak tanım yaparken, fen bilimlerini “Deney” ile ilişkilendiren A1 *“Deneylerle, deneylerle ilişkili konuları kapsayan bilim dalıdır”* şeklinde tanımlama yapmıştır. Deney kodu altına giren diğer katılımcılardan A31, *“Eğlenceli deneyler yapılan, eğlenirken öğrenilen bir bilimdir”* konu ile ilgili duyuşsal açıdan ifadeler kullanarak tanım yapmıştır. Son olarak “Madde” kodu altına giren D12 ise fen bilimini maddeyi inceleyen bilim dalı olarak tanımlamıştır.

Aşağıdaki Tablo 76, Tablo 77, Tablo 78 ve Tablo 79’da katılımcıların birinci sorunun ikinci kısmı olan *“Fen bilimini diğer alanlardan farklı kılan özellik ya da özellikler*

nelerdir?” sorusuna verdikleri cevapları içermektedir. Bu kısımda katılımcıların fenin farkı ile ilgili ortaya koydukları ifadeler ve bu ifadelerden yola çıkılarak oluşturulan kodlar yer almaktadır.

Tablo 76. “Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Farkı	
Kodlar	Katılımcılar
Kapsam	B5, Ayşe, B18, B22, B28, B29, B33, C4, C9, C12, C16, C21, C26, C28
İspat	B13, B17, C24
Sayısal	B4, B6, B7, B10, B14, B18, Aslı, C11, Ece, C18, Ata, C27, C30, C31
Deney ve gözlem	B13, B15, B16, B17, B25, B27, B28, C5, C9, C18, C20, C22, C27, C29, C33
Somut	C8
Diğer	B21, B24, B29, Ali

Tablo 76 incelendiğinde on dört (14) katılımcı, fen bilimlerinin daha geniş bir kapsama sahip olduğu ve bu yönüyle diğer bilim alanlarından ayrıldığını belirtmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren B33, “*Fizik kimya ve biyolojinin hepsini kapsar*” şeklinde bir ifade kullanarak, fenin fizik, kimya ve biyoloji olmak üzere üç alanı birden kapsamasının bir fark olduğunu vurgulamıştır. Benzer olarak, C4 “*Fizik kimya biyolojinin (fen) farkı, bu dersler daha kapsamlı*” ile fenin daha kapsamlı olduğunu belirtmiştir.

“İspat” kodu altında düşünce belirten katılımcıların ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların fen bilimlerini ispatlanabilir olduğu için, diğer bilim alanlarından ayrıldığını belirttikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan B13 “*...Denenebilir olması. Kanıtlanabilir*” şeklinde ifade kullanırken, B17, “*Farklı olmasının sebebi... Hipotezin doğruluğunun kanıtlanması*” şeklinde düşüncesini ifade etmiştir.

Katılımcıların on dördü (14) fen bilimlerinin sayısal olmasını bir fark olarak belirtmişlerdir. Örneğin B4, “*Fen bilimi matematiksel ve sayısal olduğu için sözelden farklıdır*” ifadesi ile düşüncelerini açıklarken, katılımcılardan C28, “*Fen bilimleri işlemler gerektiren bir daldır. Öbürleri ise yoruma dayalı*” olarak açıklama yapmıştır.

Katılımcıların büyük bir kısmı fen bilimlerinin deney ve gözlem içerdiğini, bu yüzden diğer bilimlerden farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Örneğin, B15 bu düşüncesini, “*Diğer bilimlerden farkı ise deneylere ve gözlemlere dayanmasıdır. Diğer bilimlerde*

gözlem ve deney yapılamaz” şeklinde ifade ederken, B27, “*Birinde deney gerektirir. Gözlem yapmak lazım*” ifadesini kullanarak fen bilimlerinde deney ve gözlemin olmazsa olmaz olduğunu belirtmiştir.

Fen bilimlerinin somut olduğu için diğer bilim alanlarından bu yönüyle ayrıldığını ifade eden bir katılımcı bulunmaktadır. Bu konuda görüş bildiren C8, “*Fen somuttur*” şeklinde düşüncesini ortaya koymuştur.

Belirli bir kod altına girmeyen ve Tablo 76’da diğer kodu altında yer alan katılımcılarda fen bilimlerinin, diğer alanlardan farkını farklı ifadelerle ortaya koymuşlardır. Örneğin, B21 “*Fen bilimlerini, felsefe, sosyoloji gibi bilimlerden ayıran özellik, bilimsel olması*” ifadesini kullanırken, B24 “*...diğer derslerden farklı olarak keyifli. Her gün her an bilgi öğrendiğimiz tek ders*” ve B29 “*İnsan hayatının kolaylaştırılması adına yapılan işleri inceler. Bu yüzden de diğer alanlardan farklıdır*” şeklinde daha duyuşsal farklar ortaya koymuşlardır.

Tablo 77. “Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Farkı	
Kodlar	Katılımcılar
Kapsam	A1, A6, A14, D8, D20, D24, D25, D28, D29, D31, D33
İspat	D13
Sayısal	A8, A11, A12, A13, A16, A19, A25, D5, D6, D7, D11, D14, D15, D16, D17, D18, D20, D26, D27
Deney ve gözlem	A2, A4, A6, A8, A9, A11, A13, A17, A18, A23, A24, A25, A27, A32, D3, D6, D7, D10, D17, D19
Diğer	A20, A24, D7, D17, D19, D23, D30

Tablo 77 incelendiğinde katılımcılardan on birinin (11) fen bilimlerinin daha kapsamlı olduğu ve bu yönüyle diğer alanlardan ayrıldığı yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan D25 “*Fen bilimleri tüm alanları kapsar*” olarak düşünce belirtmiştir. Benzer olarak D24 “*Fen bilimleri fizik, kimya, biyoloji derslerini içine alan alandır*” ifadesini kullanmış ve fenin geniş bir alanı kapsadığını vurgulamıştır.

Katılımcılardan D13 fen bilimlerinin ispatlanabilir, tekrar edilebilir olduğunu ve bu yönüyle fenin diğer alanlardan ayrıldığını belirtmiştir. D13’e göre fen bilimlerinin farkı tekrarlanabilir, denenebilir olmasıdır.

Tablo 77’ye bakıldığında katılımcıların büyük bir çoğunluğunun fen bilimleri ile ilgili farkı, fenin sayısal olması olarak belirttiği görülmektedir. Örneğin, A8 “*Fizik, biyoloji ve kimyanın diğer derslerden farkı matematiksel olması*” ifadesini kullanırken, D15 “*Sayısal bilimdir*” şeklinde düşüncesini ortaya koymuştur.

“Deney ve gözlem” kodu altına giren katılımcı ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların feni deney ve gözlem ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan A4, “*Deney ve gözlem yapması fen bilimlerini farklı kılar*” şeklinde düşüncesini ortaya koyarken, D3, “*Fen bilimi genel olarak nicel gözlemlere dayanır. Düşünce bilimi değildir*” ifadesiyle fen bilimlerinin daha çok sayısal (nicel) özellik taşıdığını belirtmiştir.

Tablo 78. “Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Farkı	
Kodlar	Katılımcılar
Kapsam	B9, Ayşe, B19, B29, C1, C9, C11, C12, Ece, C16, C19, Ata, C28, C29, C31, C32, C33
İspat	B4, Hale, C22, C24
Sayısal	B5, B15, B28, C6, C13
Deney ve gözlem	B1, B3, B4, B6, B7, Hale, B9, B10, B13, B15, B17, Aslı, B21, B30, B32, C3, C17, C18, Ali, C24, C26
Diğer	Asya, B7, Hale, B11, B14, B26, C6, C8, C10, C26

Tablo 78’de yer alan katılımcı ifadeleri incelendiğinde, on yedi (17) katılımcının fen bilimlerinin diğer alanlardan farklı olarak daha kapsamlı olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. Örneğin B9 düşüncesini, “*Fen bilimleri fizik, kimya ve biyolojinin birleşmiş halidir*” cümlesiyle ifade etmiştir. Benzer olarak fen bilimlerinin daha kapsamlı olduğunu vurgulayan Ata, “*Felsefe din vb. yorumu daha fazla içeriyor. Fakat fen biliminde bilgi daha fazla*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan dördü (4) fen bilimlerinin kanıt içerdiğini ve bu yüzden ispatlanabilir olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin C22, “*Fen’in kanıtları vardır. Her şey bir gerçeğe bir kanıta dayanır. Fakat felsefe öyle değildir. Hiçbir şey kesin değildir*” ifadesi ile düşüncesini açıklarken, C24 “*Fen bilimi deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir konuları araştırır fakat felsefe din vb. alanların ele aldığı konular kanıtlanabilirlik açısından daha güçsüzdür*” ifadelerini kullanmıştır.

Fen bilimlerini diğer alanlardan ayıran farkın fen bilimlerinin sayısal olması olduğu ile ilgili beş (5) katılımcı görüş bildirmiştir. Bu katılımcılardan B15 ve C6 düşüncelerini sırasıyla, “*Diğer alanlardan farkı ise sayısal verilerden yararlanması...*”; “*Fen bilimi bilimselliğe dayanır. Diğer alanlar sözeldir*” şeklinde açıklamışlardır.

Fen bilimlerini deney ve gözlem ile ilişkilendiren ve bu durumun diğer alanlardan feni ayırdığını ifade eden B13 düşüncesini, “*Deney ve gözlem yapılması, en büyük fark*” olarak açıklamıştır. Başka bir katılımcı olan C18 ise benzer olarak, “*Fen bilimi deney ve gözleme ağırlık verdiği için ve özellikle deney yapmak fen bilimine özgü olduğu için*” cümlesi ile düşüncesini belirtmiştir.

Tablo 79. “Fen Bilimlerini Diğer Bilimlerden Ayıran Özellikler” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

1. Fen Biliminin Farkı	
Kodlar	Katılımcılar
Kapsam	A11, A13, A17, A19, A29, A31, A32, A33, D9, D14, D16, D17, D28
İspat	A28, D8, D13
Sayısal	A5, A6, A12, A13, A14, A20, A30, A35, D4, D5, D7, D17, D26, D27
Deney ve gözlem	A11, A23, A25, A27, D13, D14, D18, D19, D25, D26, D29, D33
Diğer	A16, A19, A26, A30, A31, D2, D6, D10, D20, D23, D30

Tablo 79 incelendiğinde iki katılımcı (D11, D15) fen bilimleri ile diğer alanlar arasında fark bulunmadığını ifade etmiştir. Tabloya göre fark bulunduğunu belirten katılımcılardan on üçü (13) “Kapsam” kodu altında görüş bildirmişlerdir. Fen bilimlerini diğer alanlardan ayıran farkın içerik/ kapsam olduğunu ifade eden D14 ve D28 düşüncelerini sırasıyla “*Fen biliminde deney yapılır, fen bilimine özel kavramlar vardır. Element, periyodik sistem vb*”; “*Fen bilimi fazla konular içerdiği için dallara ayrılmıştır*” cümleleriyle açıklamışlardır.

“İspat” kodu altında düşünce belirten katılımcıların ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların fen bilimlerinin ispatlanabilir olduğu ve bu durumun bir fark oluşturduğu yönünde düşünce ortaya koydukları görülmektedir. Bu katılımcılardan A28, “*Felsefe, din vb. konular kesin değildir. İnsanların görüşlerini kapsar fakat fen bilimleri kanıtlanabilir daha kesindir ve herkeste farklı bir düşünce uyandırmaz*”

şeklinde ifade kullanırken, D13 “*Deneylerle ispatlanabilir olması*” şeklinde düşüncesini ifade etmiştir.

Katılımcıların on dördü (14) fark olarak fen bilimlerinin sayısal olmasını belirtmişlerdir. Örneğin A12, “*Fen bilimi sayısal olayları inceler. Felsefe, din gibi dersler sözel olup tarih, din vb. şeyleri inceler*” ifadesi ile düşüncelerini açıklarken; katılımcılardan D7, “*Fen bilimi genel olarak sayısal ve formüsel bilgilere dayanan dallar bütünüdür. Diğer alanlara göre daha çok mantıksal veriye dayanan, işlem ve formüle dayanan bölümdür*” olarak açıklama yapmıştır.

Katılımcılardan bir kısmı fen bilimlerinin deney ve gözlem içerdiğini, bu yüzden diğer bilimlerden farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Örneğin, A25 bu düşüncesini, “*Fen bilimi deney ve gözlem içerir. Diğer bilimlerde ise böyle bir durum bulunmaz*” şeklinde ifade etmiştir.

Katılımcıların birinci soruya vermiş oldukları cevaplardan yola çıkılarak katılımcı cevapları bilimin doğası ile ilgili boyutlar açısından incelenmiştir. Buna göre “Bilimsel bilgiler deney ve gözlemlerden oluşur” boyutuna göre katılımcı görüşleri acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) olarak kategorilere ayrılmıştır. Tabloda birinci soru ve bu boyut için son test uygulamasında deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılar ayrı ayrı incelenmiş ve hangi katılımcının hangi kategoride yer aldığını gösterecek şekilde tablolar oluşturulmuştur. Bu bölümde yer alan diğer bütün tablolar her soru ve soruların kapsadığı boyutlara göre yukarıda belirtilen şekilde düzenlenmiştir. Bu bölümde direkt alıntılarının verilmemesinin sebebi, bu boyutlar altında yer alan bazı katılımcılara ait doğrudan alıntılarının önceki başlıklarda verilmesidir. Ayrıca, bu kısımda acemi, orta veya uzman kategorisine giren katılımcılardan bazılarının ifadeleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve ifadeler üzerinden belirlenen kategoride bulunma sebebi gerekçelendirilmiştir. Aşağıdaki kısımda birinci soru ile ilgili olarak bilimin doğasına ait boyutlar (“Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur” ve “Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması” boyutları) ile ilgili katılımcıların kategorilere göre sınıflandırılması sırasıyla Tablo 80 ve Tablo 81’de yer almaktadır.

Tablo 80. “Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-1)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	43	Asya, B5, B11, Ayşe, B14, B16, B18, B19, B22, B23, B24, B25, B26, B28, B29, Naz, B33, B34, C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, Ece, C15, C16, C19, C20, C22, Ata, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33	Acemi	55	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A24, A26, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D15, D16, D17, D20, D23, D24, D27, D28, D29, D30, D31, D32 ve D34
Orta seviye	22	B1, B3, B6, B7, Hale, B9, B10, B13, B15, B17, Aslı, B21, B27, B30, B32, C3, C17, C18, Ali, C24, C26, C34	Orta seviye	10	A23, A25, A27, D13, D14, D18, D19, D25, D26, D33
Uzman	1	B4	Uzman	-	

Katılımcı ifadeleri incelenmiş ve ifadeler içeriklerine göre kategorize edilmiştir. Buna göre birinci soru ile ilgili olarak “Deney ve gözlem” kavramlarından bahsetmeyenler “Acemi”, bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden oluştuğunu ve bilimin deneysellik yönüyle diğer alanlardan ayrıldığını ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmayanlar “Orta seviye” olarak kategorize edilmiştir. Bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden oluştuğunu ifade edip, düşüncesini örneklerle destekleyen katılımcılar “Uzman” seviyesinde değerlendirilmiştir. Tablo 80 incelendiğinde son testte deney grubunda kırk üç (43) katılımcının, kontrol grubunda ise elli beş (55) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan deney grubunda yirmi iki (22) katılımcının, kontrol grubunda ise on (10) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmektedir. Uzman seviyesinde deney grubunda sadece bir katılımcı yer alırken (B4), kontrol grubunda herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır. Burada deney grubunda bilimsel bilginin oluşumunda deney ve gözlemden yararlanıldığı ile ilgili kontrol grubuna göre daha katılımcının ifade kullandığı fakat diğer taraftan sadece bir katılımcının düşüncesini gerekçeleri ile açıklamaya çalıştığı görülmüştür.

Tablo 81. “Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-1)

Deney Grubu			Kontrol Grubu		
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	58	B1, Asya, B3, B5, B6, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, Aslı, B21, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B30, Naz, B32, B33, B34, C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, Ece, C15, C16, C17, C19, C20, C22, Ali, Ata, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33	Acemi	65	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A26, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34
Orta seviye	8	B4, B7, Hale, B29, C3, C18, C24, C34	Orta seviye	-	-
Uzman	-	-	Uzman	-	-

Katılımcıların birinci soruya vermiş oldukları cevaplara göre, “Bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara dayalı olması” boyutu altında katılımcı ifadeleri incelenmiştir. Katılımcı görüşleri acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) olarak kategorilere ayrılmıştır. Buna göre birinci soru ile ilgili olarak “Mantıksal çıkarım ve bilimsel işlem” basamaklarından bahsetmeyenler “Acemi”, bilimsel bilginin gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen mantıksal çıkarımlara ve gözlemlere dayalı olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmayanlar “Orta seviye” olarak kategorize edilmiştir. Bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara ve gözlemlere dayalı olduğunu ifade edip, düşüncesini örneklerle destekleyen katılımcılar “Uzman” seviyesinde değerlendirilmiştir. Bu boyut deney ve kontrol gruplarının son testleri açısından karşılaştırıldığında, deney grubunda elli sekiz (58) katılımcının, kontrol grubunda ise atmış beş (65) katılımcının acemi seviyesinde olduğu görülmüştür. Buna ek olarak deney grubunda sekiz (8) katılımcı orta seviye kategorisine alınırken, kontrol grubunda ise herhangi bir katılımcı orta seviye kategorisine alınmamıştır.

4.1.4.2. VNOS-C İkinci Soruya İlişkin Bulgular

Aşağıda yer alan Tablo 82, Tablo 83, Tablo 84 ve Tablo 85 katılımcıların ikinci soru olan deneyin tanımı ile ilgili verdikleri cevaplar doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu tablolarda katılımcı ifadelerine göre oluşturulan kodlar ve bu kodlar altında yer alan katılımcılar bulunmaktadır.

Tablo 82. “Deneyin Tanımı” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

2. Deneyin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B10, B11, B13, B15, B17, B19, B21, B24, B28, B30, C2, C3, C4, C5, C6, C9, C10, C12, C13, Ece, C15, C20, C21, Ali, Ata, C26, C27, C29, C31, C32, C33, C34
Uygulama Problem Çözme	B9, B10, Ayşe, B22, B26, B29, B32, B33, B34, C7, C19, C24 B16, C11
Keşif	B15, B18, B23, B28, C11, C28
Gözlem	Aslı, B25, B27, C1, C8, C16, C28, C29, C30, C31, C33
Diğer	B14, C7, C17, C18, C22

Tablo 82 incelendiğinde katılımcılardan büyük bir çoğunluğunun deneyi tanımlarken ispatlamak/ kanıtlamak kelimeleriyle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Örneğin Asya “Deney bir şeyi kanıtlamak amacıyla yapılan uygulamadır” şeklinde ifade kullanmıştır. Diğer katılımcılardan B5 “Deney herhangi bir olayı kanıtlamak için yapılan kontrollü ve deney grubundan oluşan ispat örneğidir” ve C5 “Bir hipotezin doğruluğunu kanıtlamak amacıyla yapılan iştir” olarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Uygulama kodu altına giren katılımcıların ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların uygulama ifadesi dışındaki farklı kavram veya cümleleri de, açıklamaya çalıştıkları düşünceler dikkate alınarak “Uygulama” kodu altında toplanmıştır. Örneğin B9, deneyi “Tecrübe etmek” olarak ifade ederken (“Bence deney tecrübe kazanmak...”), Ayşe deneyin bir faaliyet olduğunu (“Bir araştırmanın doğruluğunu kanıtlamak için yapılan faaliyettir”) ifade etmiştir. Burada, tecrübe etmek, test etmek ve faaliyet kavramları uygulama kodu altında değerlendirilmiştir.

Katılımcıların ikisi deneyin problemlere çözüm bulabilmek için yapılan bir şey olduğunu ifade etmişler ve bu katılımcı ifadeleri “Problem çözme” kodu altında toplanmıştır. Katılımcılardan B16 “Bir sorunu çözmek için yapılan şey” olarak tanım yaparken, C11 “Bence deney bir problemin sonucuna ulaşmak için kullandığımız yoldur, ya da yeni şeyler keşfetmemizi sağlayan bir yoldur” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcıların bazıları ise deneyin yeni şeyler keşfetmek için kullanıldığı ile ilgili düşünce bildirmişlerdir. Bu doğrultuda görüş bildiren katılımcılardan B15 “...bir şeyi keşfetmek için yapılan araştırmalardır” tanımını yaparken, B18 “...yeni icadın temeli sayılır” şeklinde düşüncesini savunmuştur.

Katılımcılardan on biri (11) tanım yaparken gözlem kavramını kullanmıştır. Katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların deney yaparken gözlemin kullanıldığını savundukları görülmektedir. Bu katılımcılardan B25 “Deney bir konu hakkında yaptığımız gözlemler sonucu yaptığımız çalışma” cümlesiyle düşüncelerini açıklarken, C28 “Gözlem, kimyasal maddelerle veya normal bir şeyi incelerken bile deney yapabiliriz.” ifadesini kullanmıştır.

Yaptıkları deney tanımı ile belirli bir kod altına girmeyen ve birbiriyle benzer oldukları düşünülen katılımcı ifadeleri Tablo 82’de “diğer” olarak ifade edilmiştir. Bu katılımcılardan B14 deneyi “Uğraştır. Deney yapmak umut demektir” olarak duygularını içerecek şekilde tanımlarken, C18 “Sayısal bir kanunun anlaşılması için yapılan şeyler” olarak ifade etmiştir.

Tablo 83. “Deneyin Tanımı” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

2. Deneyin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	A2, A5, A7, A10, A14, A15, A18, A19, A24, A28, A35, D1, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D17, D18, D19, D20, D32, D33
Uygulama	A1, A3, A8, A9, A11, A12, A13, A16, A26, A27, D9, D11, D14, D15, D29, D30, D34
Problem Çözme	A6, A23, A32, D10, D24
Gözlem	A5, A21, A27, D32
Diğer	A17, D16, D23, D28

Tablo 83 incelendiğinde katılımcıların bir kısmının deneyin bir şeyi ispatlamak/ kanıtlamak için kullanıldığını ifade ettikleri görülmektedir. Örneğin A2 “Hipotezlerin doğrulanması için gerekli olan şey” şeklinde ifade kullanmıştır. Diğer katılımcılardan A10 “Bir hipotezi kanıtlamak için yapılan çalışmalardır” ve D3 “Bir fikrin kanıtlanması için yapılan bilimsel olaylara denir. Deney olmasa gerçeklik ölçümü yapamazdık” olarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcı ifadelerinde yer alan eylem, çalışma yapmak şeklinde ifadeler uygulama olarak kabul edilmiştir. Örneğin bu katılımcılardan A9 “Bir konu üzerine çeşitli

çalışmalar yapmak” şeklinde düşüncesini açıklamıştır. Diğer taraftan D9 deneyi bir eylem olarak ifade etmiştir (“*Bir bilgiyi kontrol etmek için yapılan eylem*”).

Katılımcıların bir kısmı deneyi problemlere çözüm bulmak olarak tanımladıkları tespit edilmiştir. Örneğin katılımcılardan A6, “*Bir sorunu, problemi çözmek ve sorun hakkında sonuç elde etmek için yaptığımız şeylerdir*” ifadesini kullanırken; D10 “*Deney bir problemin daha rahat çözülebilmesini sağlayan yöntemdir*” olarak düşüncesini açıklamıştır.

Katılımcılardan dördü (4) deneyi, gözlem ile ilişkilendirerek tanım yapmıştır. Katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların deneyde gözlemi kullanıldığını ifade ettikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan A21 ve D32 düşüncelerini sırasıyla “*Deney gözlem yapmaktır*”; “*Bence deney ortada olan bir hipotezin kanıtlanması için yapılan gözlemdir*” olarak açıklamışlardır.

Tablo 84. “Deneyin Tanımı” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

2. Deneyin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B10, B11, B13, B16, B17, B18, B19, Aslı, B22, B24, B25, B26, B27, B28, B30, Naz, B32, C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C13, Ece, C15, C16, C21, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C33, C34
Uygulama	B3, Hale, B9, B13, Aslı, B21, B22, B32, C1, C4, C10, C12, C15, C16, C18, C19, C27, C34
Problem Çözme	B14, B15, C11
Gözlem	B1, B7, Ayşe, B22, B27, B34, C3, C11, C28
Açıklama	Asya, B5, B6, B29, B30, Ali
Araştırma	B21, B28, C2, C11
Diğer	B5, B23, B33, B34, C32, C33

Tablo 84 incelendiğinde katılımcılardan büyük bir çoğunluğunun deneyi tanımlarken ispatlamak/ kanıtlamak kelimeleriyle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan bazıları hipotezi doğrulamak amacıyla deney yapılması gerektiğini savunmuştur. Bu katılımcılardan B4, “*Deney bir hipotezi kanıtlamak ve doğrulamak amacıyla yapılmaktadır. Deneyde insan şüphelendiğinin cevabını bulmaya çalışır*” düşüncesini şeklinde açıklarken; B10 “*Deney bir hipotezi çeşitli yollarla kanıtlamaya çalışmaktır*” şeklinde ifade etmiştir. Diğer taraftan bazı katılımcıların da bilginin doğrulanması için deneyin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda fikir belirten C4 ve C22 düşüncelerini sırasıyla “*Bence deney bir bilginin doğruluğunu bize*

gösteren basit düzeneklerdir...”; “Deney bilginin doğruluğunu kanıtlamak ve yanlış varsa yanlış tespit etmek için yapılan doğruya ulaşma yoludur” olarak ifade etmişlerdir.

Tablo 84’e bakıldığında uygulama kodu altına giren on sekiz (18) katılımcı olduğu görülmektedir. Katılımcıların deneyi bir şeyi kanıtlamak veya geliştirmek amacıyla ortaya konan bir düzenek/ eylem/ faaliyet olarak tanımladıkları ve bunlarla ilişkili ifadeler kullandıkları görülmüştür. Örneğin Hale, *“Bir şeyin doğruluğunu kanıtlamak için yapılan düzenek”* şeklinde ifade kullanırken; benzer olarak C15, *“Bir olguyu geliştirmek, kanıtlamak için yapılan düzenek”* ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bir kısmı problem çözmek için deneyin kullanılabilceğini belirtmiş ve bu doğrultuda tanımlar yapmışlardır. Bu katılımcılardan B15, *“Ortaya atılan sorunun çözülmesi için yapılan çalışma”* şeklinde tanımlama yapmıştır. Diğer deney grubunda yer alan C11 ise benzer ifadeler kullanmış ve *“Bana göre deney bir sorunun cevabına ulaşmak için çalışılan yöntemdir...”* şeklinde düşüncelerini ortaya koymuştur.

Katılımcılardan dokuzu (9) deneyi tanımlarken, gözlem ile ilişkilendirerek tanım yapmıştır. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde, deneyi gözlem yapmak olarak ifade ettikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan C3 ve Ayşe düşüncelerini sırasıyla; *“Deney gözlemlere ve verilere dayanır”*; *“Gözlemleri geçerlilik hale getirmek”* olarak açıklamışlardır.

Katılımcılardan altısı (6) deneyi farklı şeyleri açıklamak için kullanılan bir araç olarak ifade etmiştir. Örneğin Asya, *“Deney, doğadaki var olan şeyleri açıklayabilmek için yapılan kurgulanmış test etme aracıdır”* ifadesiyle deneyin doğadaki olayları açıklamakta kullanıldığını ifade ederken; B29, *“Deney bir konuyu açıklamaya veya insanlığa sunmaya yardımcı olur”* deneyin herhangi bir konuyu açıklamaya yardımcı olduğunu vurgulamıştır.

Katılımcılardan dördünün (4) deney tanımlarında araştırma kavramını kullandıkları görülmektedir. Katılımcılardan B21, *“Belirli ve kontrollü düzeneklerle yapılan bir çeşit araştırma”* olarak düşüncesini ortaya koyarken; B28, *“Deney bir konu üzerinde*

araştırmalar yapmak ve kanıtlamak için kullanılan araştırma ögesidir” ifadesini kullanmıştır.

Tablo 85. “Deneyin Tanımı” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

2. Deneyin Tanımı	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	A2, A3, A9, A10, A11, A12, A14, A15, A16, A18, A19, A22, A24, A25, A26, A28, A31, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D13, D14, D16, D18, D19, D21, D22, D24, D26, D28, D30, D31, D32, D33
Uygulama	A1, A7, A8, A13, A20, A27, A30, A32, D4, D5, D6, D11, D12, D15, D17, D20, D25, D27, D31
Problem Çözme	A33, D23
Gözlem	A5, A6, A21, D1, D7, D28
Araştırma	A4, A5, A17, A25
Diğer	A29

Katılımcılardan büyük bir çoğunluğu deney tanımlarında doğrulamak/ ispatlamak veya yine benzer anlama gelen kanıtlamak kavramlarını kullanmışlardır. Katılımcılardan bazıları bir görüş veya düşüncüyü ispatlamak için deney yapıldığını ifade etmişlerdir (A2: “*Bilim insanların ortaya sunduğu görüşü doğrulamak için yaptığı şey*”; A9: “*Deney bir düşüncüyü kanıtlamak için yapılan olaylar*”). Diğerleri ise bir hipotezi ispatlamak için deney yapıldığını (A10: “*Deney bir hipotezi kanıtlamak için yapılan araştırmalardır*”; A14: “*Bir hipotezin ispatlanması için gereken uygulamaya deney denir*”) ifade etmişlerdir.

Uygulama kodu altına giren katılımcı ifadeleri incelendiğinde katılımcıların deneyi farklı amaçlarla yapılan bir çeşit uygulama olarak ifade ettikleri görülmüştür. Bu katılımcılardan A30, “*Bir konu hakkındaki gerçekleri bize canlı gösteren uygulama*” ifadesini kullanırken, D4, “*Bir teoremin doğruluğunu kanıtlamak için yapılan uygulamaya deney denir*” ifadesini kullanmıştır.

Deneyi problem çözme olarak tanımlayan A33 düşüncesini, “*Bir problem hakkında kesin bir çözüme ulaşabilmek için yapılan çalışmalar topluluğuna deney denir*” ifadeleri ile açıklarken, deneyi gözlemlemek olarak tanımlayan A21 düşüncesini, “*Deney demek gözlem yapmak demektir*” ifadeleri ile açıklamıştır. Buna ilave olarak gözlem kodu altına giren katılımcılardan A6, “*Deney bir sorunu çözmek için gözlemleyerek yaptığımız şeylere denir*” problem çözmek için gözlem yapma işini

deney olarak tanımlamıştır. A6 böylelikle deney tanımında hem problem çözme hem de gözlem kavramlarından yararlanmış olmakla birlikte görüş birliği ile orta koyduğu anlama dayanarak gözlem kodu altına alınmıştır.

Katılımcılardan dördü (4) deneyi tanımlarken araştırma kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Bu katılımcılardan A4, “*Bilimsel olan ya da olmayan bir konu hakkında yapılan araştırma ve çalışmalardır*” ifadesini kullanırken; A17, “*Bence deney araştırma yaptığımız konunun daha kolay pekişmesi için yaptığımız kontrollerdir*” ifadesiyle düşüncesini açıklamıştır.

Katılımcıların ikinci soruya vermiş oldukları cevaplardan yola çıkılarak katılımcı cevapları bilimin doğası ile ilgili temel ilkeler açısından incelenmiştir. Buna göre “Bilimsel bilgiler deney ve gözlemlerden oluşur” ile “Bilimsel bilgi mantıksal çıkarımlara dayalıdır” boyutlarına göre katılımcı görüşleri acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) olarak kategorilere ayrılmıştır. Tabloda ikinci soru son test uygulamasında deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılar açısından bu iki boyuta göre ayrı ayrı incelenmiş ve hangi katılımcının hangi kategoride yer aldığını gösterecek şekilde Tablo 86 ve Tablo 87 oluşturulmuştur.

Tablo 86. “Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-2)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
			A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34
Acemi	58	Acemi	69
	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, Hale, B9, B10, B11, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, Aslı, B21, B23, B24, B25, B26, B28, B29, B30, Naz, B32, B33, C1, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C13, Ece, C15, C16, C17, C18, C19, C21, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C29, C30, C32, C33, C34		
Orta seviye	7	Orta seviye	-
Uzman	1	Uzman	-
	B7, Ayşe, B22, B27, B34, C3, C11, C31, C28		

Katılımcı ifadeleri incelenmiş ve ifadeler içeriklerine göre kategorize edilmiştir. Buna göre ikinci soru ile ilgili olarak deney tanımlarında “Deney ve gözlem” kavramlarından bahsetmeyenler “Acemi”, bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden oluştuğunu ifade edip tanımlarında da bu ifadeye yer vermelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmayanlar “Orta seviye” olarak kategorize edilmiştir. Bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden oluştuğunu ifade edip, düşüncesini örneklerle destekleyen katılımcılar “Uzman” seviyesinde değerlendirilmiştir. Tablo 86 incelendiğinde son testte deney grubunda elli sekiz (58) katılımcının, kontrol grubunda ise altmış dokuz (69) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden oluştuğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan sadece deney grubunda yedi (7) katılımcının orta seviyede yer aldığı, kontrol grubunda ise orta seviyede herhangi bir katılımcı bulunmadığı görülmüştür. Buna ek olarak uzman seviyesinde deney grubunda bir katılımcı yer alırken (C28), kontrol grubunda herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır.

Tablo 87. “Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-2)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
Acemi	36	Acemi	62
	B6, Hale, B9, B11, Ayşe, B14, B15, B18, B19, Aslı, B21, B25, B26, B28, B29, B30, Naz, B33, B34, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C11, C13, C15, C16, C18, C19, C21, Ali, C26, C30, C32		A1, A2, A3, A4, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D29, D30, D31, D32, D33
Orta seviye	31	Orta seviye	7
	B1, Asya, B3, B4, B5, B7, B10, B13, B16, B17, B22, B23, B24, B27, B32, C1, C3, C9, C10, C12, Ece, C17, C22, C24, Ata, C27, C28, C29, C31, C33, C34		A5, A6, A21, D1, D7, D28, D34
Uzman	-	Uzman	-

Katılımcıların ikinci soruya vermiş oldukları cevaplara göre “Bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara dayalı olması” boyutu altında katılımcı ifadeleri incelenmiştir. İkinci soruda bilimsel bilginin gelişiminde mantıksal çıkarımın olmadığını öne sürenler “Acemi”, bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara dayalı olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmayanlar “Orta seviye” olarak kategorize edilmiştir. “Orta seviye” altında yer alan katılımcıların özellikle bilimsel süreç becerilerini dikkate alarak görüşler bildirmeleri de dikkate alınmış, hipotezlerin kurulması, test edilmesi şeklindeki süreçlerden bahseden katılımcılar da bu kategori altına alınmıştır. Bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara dayalı olduğunu ifade edip, düşüncesini örneklerle destekleyen katılımcılar “Uzman” seviyesinde değerlendirilmiştir. Bu boyut son testteki deney ve kontrol grupları açısından karşılaştırıldığında, deney grubunda otuz altı (36) katılımcının kontrol grubunda ise atmış iki (62) katılımcının acemi seviyesinde olduğu görülmüştür. Buna ek olarak deney grubunda otuz bir (31), kontrol grubunda ise yedi (7) katılımcı ise düşüncelerini örneklerle desteklediklerinden dolayı orta seviye kategorisine alınmıştır. Ayrıca, deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılardan düşüncelerini örneklerle destekleyen ve savunan katılımcı (uzman) bulunamamıştır.

4.1.4.3. VNOS-C Üçüncü Soruya İlişkin Bulgular

Katılımcılara bilimsel bilginin gelişimi için deneyin gerekli olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcılardan gelen cevaplar doğrultusunda da kodlar oluşturulmuş ve hangi kodun altına hangi katılımcının girdiği Tablo 88, Tablo 89, Tablo 90 ve Tablo 91’de gösterilmiştir.

Tablo 88. “Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
İspat	B5, Hale, B11, B14, B15, B19, B25, B26, B29, C1, C6, C9, C12, Ece, C21, C29, C31, C32, C33
Hipotezi Desteklemek/Çürütmek	B7, Ayşe, B15, B17, Naz, B32, B34, C3, C4, C10, C11, C27, C31, C34
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	B1, Asya, B4, B13, B21, B22, B24, B28, B29, C2, C5, C15, C16, C18, C29, C30
Öğrenme	B9, B10, B27, C8, C13
Sonuç	B3, Aslı, C17, C19, C24, C32
Kesinlik	B6, B7, B23, C22, Ata, C26, C28
Diğer	B18, B30, Ali, B13, C15, C24

Tablo 88 incelendiğinde katılımcılardan biri dışında (C7) deneyin bilimsel bilginin gelişimi açısından gerekli olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. Deney yapmanın bilimsel bilginin gelişimi açısından gerekli olduğunu ifade eden katılımcılardan on dokuzu (19) deney yaparak bilginin ispatlanabileceğini ve bu sebeple deneyin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan B5 *“Deney gereklidir. Çünkü insanlar ortaya atılan bir bilgiye herhangi bir ortada ispat olması için deney yapılmalıdır. Örneğin tuzlu su karışımında su buharlaşırsa tuz kalır. Deney; su buharlaştırılır ve kalan tuz ispat olarak bilgiyi destekler”* cümleleri ile düşüncesini açıklamıştır. Diğer bir katılımcı olan C1 ise bilgiyi kanıtlamak için deneyin yapılması gerektiğini *“Bilimsel bilginin gerçekliğini kanıtlamak amacıyla yapılması gerekli”* şeklinde ifade etmiştir.

Katılımcılardan on dördü (14) deney yapmanın hipotezleri desteklemek açısından önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Örneğin B7 düşüncesini *“Bilimsel bilgi deneylerle desteklenmeli ve kontrollü deneyler yapılmalıdır. Yapılmazsa araştırmalar teori veya yasa olamaz bu da bilimsel açıdan geri kalmamıza neden olur. Örneğin mesela alüminyumunu araştırıyoruz iletken olup olmadığını yaparak bulabiliriz”* olarak açıklamış ve düşüncesi ile ilgili olarak kanıtlar sunmuştur. Hipotezleri kanıtlayarak hipoteze destek olunacağını ifade eden katılımcılardan C10 *“Çünkü deneyler verileri, gözlenen olayları, hipotezleri ve tahminleri açığa kavuşturur...”* ifadesini kullanırken, C3 *“Bilimsel bilgi hipotezlerimizin kanıtlanması için yapılır...”* ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bir kısmı üzerine yeni şeyler eklenerek bilginin geliştiğini bu gelişime katkı sunabilmek için de deney yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Örneğin bu konuda görüş bildiren B1 *“...Çünkü deneylerle üzerine yeni şeyler katarak onu geliştirebiliriz”* ifadesini kullanırken, C2 *“Deney yaptıkça yanlışlarımız ortaya çıkar, bilgileri geliştiririz”* ifadesini kullanmıştır. Benzer olarak B21, *“Evet. Çünkü bilgiler ancak deney ve gözlemlerle değiştirilebilir veya geliştirilebilir”* şeklindeki ifadesi ile bilimsel bilginin değişimi ve gelişimi açısından deneylerin gerekli olduğunu ifade etmiştir.

Katılımcılardan beşi (5) deney yaparak öğrenmenin gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde öğrenmenin yeni bilgiler elde etmek suretiyle gerçekleştiği katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Örneğin B9 verdiği örneklerle

deneyin gerekliliğini “Çünkü deney bilimin yapı taşıdır. Deney olmaz ise bilim olmaz. Örneğin bir taşın suyun üzerinde durması bile bir deneydir. Bu deneyle suyun kaldırma kuvvetini öğrenmiş olduk...” olarak belirtmiştir. Deneyle öğrenmenin daha iyi gerçekleştiğini ifade eden C13 “Evet çünkü bence deney ile daha iyi öğrenilir” şeklinde düşüncesini belirtmiştir.

Altı (6) katılımcı deney yaparak doğru sonuçlara ulaşılabilineceğini ifade etmiştir. Örneğin B3, “Çünkü deneyler her zaman bize doğru sonuç verir. Örneğin insanın maymundan gelmediği deneylerle ispatlamışlardır” ifadesini kullanırken, C19 “...bir olayın sonucu deneylerle görülebilir” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan yedisi (7) bilgiyi kesinleştirmek için deney yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Katılımcılardan B23 ve C26 düşüncelerini sırasıyla “Çünkü o bilimsel bilgiyi kesinleştirmek gerekir”; “Çünkü bilimsel bilginin kesinliğini belirtmek için...” olarak ifade etmişlerdir.

Ortaya koydukları bilimsel bilginin gelişimi için deneyin gerekliliği ile ilgili ifadeler belirli bir kod altına girmeyen ve birbiriyle benzer oldukları düşünülen katılımcı ifadeleri Tablo 88’de “Diğer” olarak ifade edilmiştir. Bu katılımcılardan B18, “...deney yapılmadan yeni bir icat yapmak tesadüfe kalır. Yani bir bilgi bulmak tesadüfe kalır. Dünyada bilimi tesadüfe bırakmak intihar gibidir. Örneğin kanser ilaçları deney ile bulunuyor denemeden insanlara verilmemeli” olarak tesadüfi sonuçların ortadan kalkması için deneyin yapılması gerektiğini ifade ederken, Ali “Deneyler objektiftir” ifadesini kullanmış ve bu yüzden deneyin gerekli olduğunu belirtmiştir.

Tablo 89. “Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

3. Bilimsel bilginin gelişiminde deneylerin gerekliliği	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	A4, A5, A7, A11, A12, A14, A15, A16, A18, A19, A20, A28, A31, A33, A35, D4, D5, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D19, D20, D21, D22, D24, D26, D29
Hipotezi Desteklemek	A27, D6, D23, D25, D30, D31, D33
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	A1, A2, A8, A23, A25, A26, A32, A35, D1, D10, D17, D34
Öğrenme	A21, D11, D27, D28
Sonuç	A6, A23, D18, D34
Somut Veri	A9, A24, A26, D3, D7, D18, D34

Tablo 89 devamı

3. Bilimsel bilginin gelişiminde deneylerin gerekliliği	
Kodlar	Katılımcılar
Kesinlik	A13, D2
Diğer	A17, A22

Tablo 89 haricinde bir katılımcının bilmiyorum ifadesi kullandığı (D15), bir katılımcının ise deneyin yapılmasına gerek olmadığını (A3) belirttikleri görülmektedir. Bu katılımcılar dışında kalan katılımcılar ise, bilimsel bilginin gelişimi açısından deney yapılmasının gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Olumlu görüş bildiren katılımcılardan otuz biri (31) bilginin ispatlanması için deney yapılması gerektiğini belirtmiştir. Örneğin A4 *“İspat kanıt ve deneylerle ortaya sürülen bir bilgi daha sağlam inandırıcı ve ikna edicidir”* şeklinde düşüncesini açıklarken, D4 *“Bilginin doğruluğunu kanıtlamak için deney yapmamız gerekiyor...”* olarak düşünce belirtmiştir.

Katılımcılardan bir kısmı bir hipotezi desteklemek veya çürütmek amacıyla deney yapılabileceğini savunmuşlardır. Bu katılımcılardan A27 *“Çünkü deney yapmadan doğru olup olmadığını bilemeyiz. Gözlemlememiz gerekir. Mesela bir kişi bir kişi deney yapar bir kanunu oluşturmaya çalışır, diğer bir kişi başka bir deneyle onu çürütebilir”* ifadesini kullanarak yanlış bilgilerin çürütülmesi için deneyin gerekli olduğunu vurgulamıştır. Benzer olarak diğer kontrol grubunda yer alan D25 hipotezlerin desteklenmesi için deneyin gerekli olduğunu *“Deneylerle kurulan hipotezin doğru olup olmadığına karar verilir. Ve eğer hipotez doğru ise diğer yöntemlere geçilir eğer yanlış ise hipotez baştan kurulur”* cümleleri ile savunmuştur.

Katılımcılardan on ikisi (12) bilginin geliştiğini ve bu süreçte değiştiğini vurgulamıştır. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde deney yapmanın bilimsel bilginin gelişimine katkı sağladığını vurgulayan D10 *“Gerekirir. Çünkü deneyler yaparak bir bilimsel bilginin gelişimine daha çok katkı sağlarız”* olarak düşüncesini savunurken, bilimsel bilginin gelişini görmek için deney yapılması gerektiğini ifade eden D1 *“Bilimsel bilgiler zamanla değişebilir, gelişebilir. Bunları deney yaparak anlayabiliriz...”* şeklinde düşüncesini savunmuştur.

Dört (4) katılımcı deneyin daha iyi öğrenmeye sebep olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcılardan D11 “Çünkü deneyerek öğreniriz...” şeklinde ifade kullanırken, D27 “Çünkü görerek daha iyi anlarız” ifadesine yer vermiştir.

Katılımcılardan bir kısmı deney yaparak sonuç elde edilebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin konu ile ilgili düşünce belirten A6, “Gelişmeyi görmek için ve sonuçlara ulaşmak için deneyler yapılır” ve D34 “Nedeni, bilimsel bilginin doğru bir sonuca ulaşması ve gelişmesi için deneyler gerekir...” şeklinde düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcılardan yedisi (7) bilginin somutlaşması/ nesnelleşmesi için deney yapılmasının gerekliliğini savunmuştur. A9 “Deney yaparak bilginin sonucu daha da nesnelleşir” olarak düşünce belirtirken, A2 “Bilimsel bir bilginin daha iyi yerlere gelmesi ve daha nesnel olması için deney yapmak gerekir” olarak düşünce belirtmiştir.

Son olarak iki (2) katılımcının ifadelerinde “Kesinlik” kavramını kullandıkları ve deneylerin bilimsel bilginin kesinleştirilmesi için gerekli olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Örneğin, A13 “Deney her zaman vardı ve var olacak en kesin yoldur” şeklinde düşüncesini açıklarken, D2 “...Kesin ve doğru olduğunu bilmeyi sağlar” ifadesini kullanmıştır.

Tablo 90. “Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

3. Bilimsel bilginin gelişiminde deneylerin gerekliliği	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	B1, Asya, Hale, B11, Ayşe, B13, B16, B17, B18, Aslı, B22, B25, B28, B30, B34, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C13, Ece, C16, C17, C18, C20, C21, Ali, C24, C26, C27, C28, C29, C31, C32, C33, C34
Hipotezi Çürütmek	B5, B15, B27, C17
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	B3, B4, B7, Hale, B10, B13, B14, B15, B19, Aslı, B21, B22, B24, B26, B27, B29, Naz, B32, C2, C3, C5, C6, C11, C12, Ata, C27, C30, C33
Öğrenme	B33, C15, C17, C18, C22
Somitlaştırma	B23, B34
Kesinlik	C1, Ece, C19, Ali, C24, C31
Diğer	B9

Tablo 90 incelendiğinde deney yapmanın gerekliliği ile ilgili olumsuz görüş bildiren katılımcının olmadığı görülmektedir. Yine tabloya bakıldığında katılımcılardan kırkının (40) bilimsel bilginin gelişimi için deneyin gerekli olduğunu ve bilginin ispatlanmasını sağladığını ifade ettikleri görülmüştür. Bu konuda görüş bildiren

katılımcılardan B13, “*Evet. Bilginin kanıtlanabilirliği ve değişebilirliğini ölçmek, test etmek için bence deney gerekir*” ifadesini kullanırken; C10, “*Deneyler olmadan bilimsel bilgi teoride kalır pratikte gelişemez. Doğruluğu ispatlanamaz*” ifadesini kullanmıştır. Bazı katılımcılar ise fikirlerini örneklerle desteklemiştir. Bu katılımcılardan bir kaçının ifadesi aşağıda sıralanmaktadır:

B25: “*Evet. Eğer deney yapılmazsa yanlış bildiğimiz bilgiler ama bizim doğru bildiğimiz ama yanlış bilgilere inanırız mesela Dalton atomun tanecikleri arasında boşluk yoktur diyor ama Bohr deneyinde boşluk olduğunu kanıtıyor*”

C12: “*Evet çünkü deneyler yaparak aklımıza daha farklı görüşler gelebilir veya eksik olduğunu anlayıp kendimiz düzeltiriz. Dalton, atoma içi boş küre dedi ama öyle değil*”

Ece: “*Bilimsel bilginin kesinliğini kanıtlayabilmemiz için hipoteze ve tahminimize uygun çalışmalar yürütmeliyiz. Bu çalışmalar da deney oluyor. William Croocks katot ışınlarının eksiden artıya doğru gittiğini deney neticesinde bulmuştur*”

“Hipotezi desteklemek / çürütmek” kodu altına giren katılımcı ifadeleri incelendiğinde dört (4) konu ile ilgili görüş bildirildiği görülmektedir. Bu katılımcılardan B5 bilginin sürekli geliştiğini ve yeni bilgilere güvenmek için hipotezlerin ispatlanması için deneyin gerekli olduğunu, “*Bilgi geliştikçe insanlarda yeni bilgilere önemini ve merakını artırır. Ve zaman ilerledikçe artan bilgiye karşı insanda bir bilgiye güvenme ihtiyacı ortaya çıkar ve bu dönem içerisinde de bilim adamları deney yaparak hipotezini ispatlaması gerekir*” cümlesiyle açıklamıştır. Düşüncesini örneklerle savunan B27 yine benzer olarak, “*Evet deney yaparak yeni bulgu bulabilir ve eski bulguyu çürütürüz. Örneğin Rutherford yaptığı deneyde atomların çekirdekte toplandığını öne sürmüş ve eski bilgiyi çürüttü*” ifadesiyle hipotezlerin çürütülmesi için deneyin gerekliliğini vurgulamıştır.

Yirmi sekiz (28) katılımcının bilginin gelişimi kodu altında düşünce belirttikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan B3 düşüncelerini örneklendirerek, “*İnsanlar hayal gücüyle işleri halledemez ve bilimi geliştiremez. Evet, hayal gücüyle bulunan çok fazla buluş var ama en iyisi deneylerdir. Örneğin, Rutherford’un altın tabaka deneyi*” olarak savunmuştur. Diğer deney grubunda yer alan Ata ise düşüncesini, “*Çünkü*

bilimsel bilgi mutlak ve değişmez değildir değişim için deney gerekli...” şeklinde ifade etmiştir.

Katılımcılardan beşi (5) öğrenme kodu altında görüş bildirmiştir. Katılımcı ifadelerinde öne çıkan “*deneyerek öğrenmek ve bilgiyi pekiştirme*” ifadeleridir. Bu ifadelerle deney sayesinde daha iyi öğrenmenin sağlanacağı katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Örneğin B33, “*Çünkü denemeden öğrenemeyiz...*” ifadesini kullanırken; C15, “*Deney yapılarak bilgi pekişir bundan dolayı deney yapmak gerekir*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan ikisi (2) somutlaştırma kodu altında görüş bildirmiştir. Deney yaparak bilginin somutlaştırılacağını ifade eden katılımcılardan B34, “*Denesiz somut bir bilgi elde edemeyiz. Doğruluğumuz kanıtlanmaz. Mesela Galileo Dünya'nın yuvarlak olduğunu net şekilde açıklayamadığından onu kimse dinlemedi*” düşüncesini cümleleriyle açıklamıştır.

Son olarak bazı katılımcıların (C1, Ece, C19, Ali, C24, C31) deneylerin bilimsel bilginin kesinleştirilmesi için gerekli olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Örneğin C19, “*Bir olayı düşünce ve mantıkla nasıl olduğunu kesin anlayamayız ama deneyle kesin bir sonuca varırız*” şeklinde düşüncesini açıklarken, C24 “*Evet çünkü bilimsel bilgi doğrulanabilir ve kesin olmalıdır ve emin olmak ve kanıt çıkarmak açısından deneyler yapılmalıdır*” ifadesini kullanmıştır.

Tablo 91. “Bilimsel Bilginin İlerlemesinde Deneylerin Gerekliliği” hakkında kontrol grubu katılımcılarının son testteki görüşleri

3. Bilimsel bilginin gelişiminde deneylerin gerekliiği	
Kodlar	Katılımcılar
İspat	A3, A9, A10, A12, A13, A14, A15, A16, A20, A25, A28, A32, A34, A35, D2, D3, D4, D8, D9, D13, D14, D16, D19, D20, D24, D26, D28, D32, D33
Hipotezi Çürütmek	A18, A19, A27
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	A1, A2, A7, A8, A10, A11, A25, A31, A33, D1, D5, D8, D14, D17, D18, D22, D24, D27, D29
Öğrenme	A2, A4, A22, A29, A30
Sonuç	A5, A6, A23
Kesinlik	A17, A21, A26, D6, D7, D10, D25, D30
Diğer	D12, D15, D21, D23 D31

İki katılımcının (A24 ve D11) bilginin gelişimi için deneyin gerekli olmadığı şeklinde olumsuz görüş bildirdiği görülmüştür. Bu iki katılımcı dışındaki katılımcıların ise deneyin gerekliliği ile ilgili farklı fikirler ortaya koydukları görülmektedir.

Katılımcılardan yirmi dokuzu (29) bilginin ispatlanması/ kanıtlanması için deney yapılması gerektiğini savunmuştur. Örneğin A9, *“Deney yapmak bir bilgiyi kanıtlamak için yapılması gerekir”* olarak düşüncesini açıklarken; D4, *“Deney yapılırsa o bilginin doğruluğu kanıtlanır”* olarak düşünce belirtmiştir.

Katılımcılardan bir kısmı hipotezleri desteklemek veya çürütebilmek için deney yapılması gerektiğini savunmuştur. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan A19, *“Deney yapmayı gerektirir çünkü deneylerle ortaya koyduğumuz teoriyi desteklemiş oluruz”* şeklinde düşünce belirtirken, A27, *“...Mesela yeni bir madde bulduk, ortaya hipotez sürdük. Onu farklı farklı deneyler yaparak kanıtlamaya çalışmalıyız”* olarak düşüncesini açıklamaya çalışmıştır.

Katılımcılardan bazıları yeni bilgiler ortaya koymak suretiyle bilginin geliştiğini bu gelişime katkı sunabilmek için de deney yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Örneğin bu konuda görüş bildiren A2, *“Bilimsel bilginin hem doğruluğu için hem de o bilgiye daha çok bilgi eklemek”* olarak düşüncesini açıklamıştır. Benzer olarak görüş bildiren D5, *“Deney sayesinde bilimsel bilgi gelişir. Mesela periyodik sistem deneylerle değişti”* şeklinde düşünce belirtmiştir.

Öğrenme kodu altına giren beş katılımcıdan biri olan A4, *“Deney bazı bilgilerin akılda kalmasını sağlar”* ifadesiyle düşüncelerini açıklamıştır. Diğer taraftan, sonuç kodu altında değerlendirilen katılımcılardan A6, *“Deney yaparak daha kesin sonuçlar elde ederiz. Yanılmamış oluruz”* olarak düşüncesini ortaya koymaya çalışmıştır.

Sekiz (8) katılımcı kesinlik kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan A17, A21 ve D7 düşüncelerini sırasıyla, *“Çünkü daha kalıcı olur ve kesinliği daha doğru olur”*; *“Bilimsel bilgi deneyler ile kesinlikle kazanır”*; *“Evet çünkü kanıtlanması için gözlem ve kesinlik gerekir”* olarak açıklamışlardır.

Katılımcıların üçüncü soruya vermiş oldukları cevaplardan yola çıkılarak katılımcı cevapları bilimin doğası ile ilgili temel ilkeler açısından incelenmiştir. Buna göre

“Bilimsel bilgiler deney ve gözlemlerden oluşur” boyutuna göre katılımcı görüşleri acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) olarak kategorilere ayrılmıştır. Tablo 92’de üçüncü soru ve bu boyut için son test uygulamasında deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılar ayrı ayrı incelenmiştir.

Tablo 92. “Bilimsel Bilgiler Deney ve Gözlemlerden Oluşur” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-3)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	17	B1, Asya, B5, B6, B11, Ayşe, B15, B16, B23, B26, B33, C5, C7, C13, C19, Ali, C24	Acemi	66	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34
Orta seviye	38	B3, B4, B7, Hale, B10, B13, B14, B18, B19, Aslı, B24, B28, B30, Naz, B32, C16, C20, C1, C2, C3, C6, C8, C9, C10, C11, Ece, C15, C22, Ata, C26, C27, C28, C29, C31, C32, C33, C34	Orta seviye	3	A10, A13, D7
Uzman	14	B9, B17, B21, B22, B25, B27, B29, B34, C4, C12, C17, C18, C21, C30	Uzman		

Tablo 92 incelendiğinde son testte deney grubunda on yedi (17) katılımcının, kontrol grubunda ise atmış altı (66) katılımcının “Acemi” kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden oluştuğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan deney grubunda otuz sekiz (38) katılımcının, kontrol grubunda ise üç (3) katılımcının “Orta seviye”de yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, deney grubunda on dört katılımcı (14) “Uzman” boyutu altına alınırken, kontrol grubunda herhangi bir katılımcı bu boyut altına girememiştir. Uzman kategorisine giren katılımcı ifadelerine bakıldığında, katılımcıların örnek deneyler

üzerinden düşüncelerini savundukları görülmüştür. Örneğin B25 “...*Dalton atomun tanecikleri arasında boşluk yoktur diyor, ama Rutherford boşluk olduğunu kanıtlıyor*” şeklinde düşüncesini bir örnek üzerinden savunmuş ve bilimsel bilginin gelişiminde deneylerin gerekli olduğunu ifade etmiştir.

Tablo 93. “Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-3)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
Acemi	60	Acemi	66
	B1, Asya, B3, B4, B6, B7, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B14, B16, B17, B18, B19, Aslı, B21, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, Naz, B32, B33, B34, C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C15, C17, C18, C19, C20, C21, C22, Ata, C26, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34		A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D29, D30, D31, D32, D34
Orta seviye	6	Orta seviye	3
	B5, C5, C16, Ali, C24, C27		D7, D28, D33
Uzman	2	Uzman	
	B15, Ece		

Katılımcıların üçüncü soruya vermiş oldukları cevaplara göre “Bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara dayalı olması” boyutu altında katılımcı ifadeleri kategoriler açısından incelenmiştir. Bu boyut son testteki deney ve kontrol grupları açısından karşılaştırıldığında, deney grubunda atmış (60) katılımcının kontrol grubunda ise atmış altı (66) katılımcının “Acemi” seviyesinde olduğu görülmüştür. Buna ek olarak deney grubunda altı (6) ve kontrol grubunda ise üç (3) katılımcı düşüncelerini örneklerle desteklediklerinden dolayı “Orta seviye” kategorisine alınmıştır. Ayrıca, sadece deney grubunda yer alan iki (2) katılımcı dışında düşüncelerini savunan ve örneklerle destekleyen katılımcı bulunmamaktadır.

4.1.4.4. VNOS-C Dördüncü Soruya İlişkin Bulgular

Dördüncü soru ile ilgili bulgular iki kısımda incelenmiştir. Bu bölümde yer alan ilk kısım dördüncü soru ile ilgili ilk kısma, ikinci kısım ise dördüncü sorunun ikinci

kısmına ait bulguları içermektedir. Tablo 94, Tablo 95, Tablo 96 ve Tablo 97’de katılımcıların dördüncü sorunun ilk kısmını oluşturan “Teoriler zamanla değişir mi?” sorusuna ait katılımcı cevapları ile ilgili oluşturulan kodlar görülmektedir. Teorilerin değişebileceğini düşünen katılımcıların değişim ile ilgili farklı sebepler ortaya koydukları görülmektedir. Katılımcılardan gelen cevaplar doğrultusunda da kodlar oluşturulmuş ve hangi kodun altına hangi katılımcının girdiği aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 94. “Teorilerin Değişebilirliği” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

4. Teorilerin Değişebilirliği	
Kodlar	Katılımcılar
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	Asya, B4, B6, B7, Hale, B9, B10, Ayşe, B17, B18, B19, Aslı, B21, B24, B25, B29, B30, Naz, B33, C1, C2, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C15, C21, C24, C26, C27, C32, C34
Çürütülebilirlik	B1, B5, B13, B15, B24, B26, B27, B32, C3, C11, Ece, C18, C22, C28, C31
Deney/ Araştırma Bilim İnsanı	B10, B11, C2, C4, C6, C20, C29
Teknoloji ve İmkânlar	B15, B22, C5, C20
	B1, B3, B14, B16, B28, C19, C31

Buna göre dört katılımcı dışında (B3, B9, B25, C15) katılımcıların teorilerin zamanla değişebileceğini düşündükleri görülmektedir. Tablo 94 incelendiğinde otuz dört (34) katılımcının bilimsel bilgi zamanla değiştiği için teorilerinde zaman içinde değişebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin B7 “*Değişebilir zamanla o teorinin üstüne yeni şeyler buldukça o teori zamanla değişir*” ifadesini kullanarak yeni eklenen bilgilerin teorilerin değişimine neden olduğunu vurgulamıştır. Diğer deney grubunda yer alan C7’de benzer olarak “*Tabi ki bilim yeniliğe açıktır. Belki ilerde dünyanın dönmediği sadece bizim döndüğümüz ispatlanır*” yeni bilgiler sonucu teorilerin değişebileceğini örnek ile destekleyerek savunmuştur.

Katılımcılardan on beşi (15) teorilerin çürütülebileceğini ve bu yüzden de zaman içinde değişebileceğini ifade etmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan B27 “*Evet çünkü teoriler tam kanıtlanmamış çürütülebilen bir şeydir*” olarak düşüncesini savunurken, C11 ise “*Evet bence değişir. Çünkü her geçen gün yeni bilgiler bulunuyor ve bu bilgiler bazı teorileri çürütebiliyor*” şeklinde düşüncesini ifade etmiştir.

Katılımcılardan bir kısmı (B10, B11, C2, C4, C6, C20 ve C29) deney ve araştırmalar neticesinde teorilerin zamanla değişebileceğini belirtmiştir. Bu katılımcılardan B11 “*Örnek bulamıyorum ama daha gelişmiş aletlerle deney yaparsak daha farklı bilgi bulabiliriz*” ifadesini kullanırken, C4 “*Bence değişebilir. Başka bir deney yapılarak bu bilgi değişir*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan dördü (4) teorilerin değişiminde bilim insanlarının etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının ortaya attığı fikirlerin başka bilim insanları tarafından çürütülebileceğini (değiştirilebileceğini) ifade ettikleri görülmektedir. Örneğin B15 “*Bilimsel teoriler değişebilir. Mesela bir bilim adamı bir deney yaparak hipotezini doğruladı ve bu deney teoriye dönüştü bir zaman sonra bir bilim adamı daha çıkıp bu deney hakkında başka bir fikir attı (deneylere dayanan) ve bu teori çürümüş oldu*” şeklinde düşüncesini açıklamıştır. Diğer taraftan bazı katılımcıların ifadelerinde teorileri bilim insanlarının görüşlerinin etkilediği vurgusu görülmektedir. Örneğin C5 bu konuda “*Her bilim adamı kendi fikir ve davranışlarına göre teorilerini değiştirebilir...*” ifadesini kullanarak düşüncelerini ortaya koymuştur. Katılımcılardan bazıları zaman içinde teknoloji ve imkânların değişim / gelişim gösterdiğini ifade etmişler ve teorinin değişimini bu duruma bağlamışlardır. Örneğin B1 “*Bilimsel teoriler değişebilir çünkü teknoloji ve imkânlar geliştikçe araştırma alanları da aletleri de ilerliyor. Yani yeni şeyler bularak ya da keşfederek bir bilimsel teoriyi çürütebilir ya da üzerine ekleme yapabiliriz*” şeklinde düşüncesini ortaya koyarken, B28 “*Çünkü teknoloji geliştikçe yeni bilgiler elde edilmektedir...*” şeklinde düşünce belirtmiştir.

Tablo 95. “Teorilerin Değişebilirliği” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

4. Teoriler zamanla değişimi	
Kodlar	Katılımcılar
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	A2, A3, A11, A18, A19, A21, A25, A28, A33, A35, D1, D5, D8, D10, D11, D12, D14, D18, D23, D28, D30, D34
Çürütülebilirlik	A6, A8, A12, A13, A15, A17, A27, A33, A35, D6, D13, D16, D19, D20, D21, D25, D31, D33
Deney/ Araştırma	A14, D9, D26
Bilim İnsanı	A5, A16, A20, A23, D17, D27, D29, D32
Teknoloji ve İmkanlar	A1, A7, A9, A10, A24, A34, D3, D7, D24, D33

Tablo 95 incelendiğinde (iki katılımcı dışında A25 ve A31) katılımcıların teorilerin değişebileceğini ifade ettikleri görülmektedir. Olumlu görüş belirten katılımcıların

yirmi ikisi (22) teorilerinde zaman içinde değişimini bilimsel bilginin zamanla değişmesine bağlamışlardır. Bu konuda görüş bildiren A2 “*Değişir çünkü o bilgiye daha çok bilgi eklenebilir veya diğer yöntemlerce yanlış bir bilgi olabilir*” ifadesini kullanırken, benzer olarak A11 “*Konuyla ilgili yeni bilgiler elde edildikçe doğruluğu kesinleştikçe eski bilginin doğruluğu değişebilir...*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan on sekizi (18) teorilerin değişimini teorilerin çürütülebilir olmasıyla ilişkilendirmiştir. Bu katılımcılardan D13 kısa ve net olarak “*Teoriler zamanla çürütülebilir*” ifadesi ile açıklama yapmıştır. Diğer kontrol grubunda yer alan A6 da bu düşünceye destek verecek şekilde “*...teoriler çürütülebilirler...*” cümleleri ile düşüncesini açıklamıştır.

Katılımcıların bir kısmı (A14, D9 ve D26) yapılan deney ve araştırmaların yeni sonuçlar ortaya koyacağını ve bu durumda mevcut teorilerin değişebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin A14, “*Değişir çünkü başkası daha iyi deney yapar. O da başka bir teori olarak değişir*” ifadesini kullanarak bu düşüncesini açıklarken, D9 “*Araştırma ve deneyler yapılarak bazı bilgilerin doğruluğu ve yanlışlığı ortaya çıkar. Mesela atomun parçalanması*” ifadelerini kullanarak açıklama yapmıştır.

Bilim insanı kodu altına giren katılımcı ifadelerine bakıldığında teorilerin değişimde bilim insanlarının çalışmalarının etkili olduğunu düşündükleri görülmektedir. Bu konuda A5 “*Değişir başka bir bilim adamı daha gelişmiş şeyler ortaya koyar ve onun doğruluğu kanıtlanır. Atomu keşfeden bilim adamları zamanla üzerine yenileri eklendi*” cümleleri ile düşüncesini açıklarken, D29 “*Evet çünkü diğer bilim adamı incelemeleri ve deneyleri sonucu daha kapsamlı veya anlaşılır bulur ve değişir...*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan onu (10) gelişen teknoloji ve ortaya çıkan imkânların teorilerin değişmesine yol açtığını belirtmişlerdir. Bu konuda D24 “*Teori zamanla değişir. Zaman geçtikçe teknoloji ilerliyor*” şeklinde bir ifade kullanarak teknolojinin ilerlemesi sonucu teorilerin değişebileceğini belirtmiştir. Diğer taraftan eldeki imkanların önemini vurgulayan A7 ise düşüncesini “*Eski dönemlerin imkanına göre değişebilir*” olarak açıklamıştır.

Tablo 96. “Teorilerin Değişebilirliği” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

4. Teoriler zamanla değişimi	
Kodlar	Katılımcılar
Bilginin Değişimi ve Gelişimi	B1, B4, B6, B7, Hale, B15, B16, Aslı, B21, B26, B30, B32, B33, C2, C4, C8, C9, C13, C21, Ali, C24, Ata, C26, C27, C29, C32
Çürütülebilirlik	B5, Ayşe, B18, B22, B23, B24, B27, B29, B34, C1, C3, C6, C12, Ece, C15, C17, Ata
Deney/ Araştırma	B1, C19, C31
Bilim İnsanı	B1, B11, Naz, C4, C5, C10
Teknoloji ve İmkanlar	B5, B6, B10, B11, B14, B17, B28, C7, C10, C13, C20, C21
Değişir- Kesinlik	Ayşe, B13, C3, C11, Ece, C15, C16, C22, C28, C30, C33, C34
Diğer	Asya, B19

İki katılımcının (B23 ve C13) teorilerin zamanla değişmeyeceğini, teorilerin doğru bilgiler olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Diğer katılımcılardan yirmi altısının (26) teorilerin zamanla değişimini bilimsel bilginin değişimi ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Örneğin B4, “Değişeceğine inanıyorum. Çünkü bilimsel bilgi mutlak değildir. Teoriler esnek yapıdadırlar, zamanla değişebilirler. Belki tamamen değişir, belki de üstüne yeni bilgiler eklenerek geliştirilir” ifadesi ile düşüncelerini açıklamıştır. Benzer görüş bildiren bazı katılımcıların ifadelerine bakıldığında bu katılımcıların görüşlerini örneklerle destekledikleri görülmüştür. Örneğin Hale, “Değişebilir. Örneğin periyodik tablo Moseley’e kadar atom kütesine göre sıralandı. Ama ondan sonra atom numarasına göre sıralandı” ifadesini kullanırken, B15 ve B21 düşüncelerini sırasıyla “Örneğin John Dalton atomun bir küre olduğunu savunmuştur. Bu bilimsel bilgi teoriye dönüşmüştür ama daha sonra gelen Rutherford diğer teorileri çürütürken başka bir atom modeli bulmuştur”, “Değişir, çünkü bilimsel bilgilerin değişebilir özelliği vardır. Örneğin atom modeli, Dalton’un bölünemez kürelerinden Bohr’un Elektron bulutlarına kadar ilerlemiştir” örnekler kullanarak açıklamışlardır.

Katılımcılardan on yedisi (17) teorilerin çürütülebildiğini belirtmiş ve bu durumun teorilerin zaman içinde değişmesine sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan B22, “Democritus atom teorisi çürütülmüş günümüz modern atom teorisine dönüşmüştür. Bu da değişip başka teorilere dönüşebilir” ifadesini kullanırken; Ata, “Bence hiçbir bilgi çürütülmesi imkânsız değildir. Buna teori de dâhil değişebilir. Yok olabilir. Çünkü bilgilerin hepsi değişicidir” cümleleri ile düşüncelerini açıklamaya çalışmıştır.

Katılımcılardan bazıları (B1, C19 ve C31) deney ve araştırmalar sayesinde yeni bilgiler ortaya çıkacağını ve teorilerin bu durumda değişebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin B1, *“Her bilim adamı araştırma yaparak bir öncekinin üzerine yeni bir şey eklemiştir. Ya da teknoloji geliştikçe daha iyi gözlem ve deney yapmıştır”* ifadesi ile düşüncelerini açıklarken, C19 *“Teori bir düşünce kesin değildir. Deneylerle veya görerek kesinleşir”* şeklinde açıklama yapmıştır.

Tablo 96’ya göre katılımcılardan altısının (6) “Bilim insanı” kodu altına girdiği görülmektedir. Katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların bilim insanının çalışma ve fikirlerinin teorilerin değişiminde etkili olduğunu savundukları görülmüştür. Örneğin C5, *“Değişir çünkü zamanla bilim adamları yeni bilgiler ekler ve bizim oluşturduğumuz teorinin gerçekliği kalmaz”* ifadesini kullanırken, Naz *“Bilimsel bilgi değişebilir. Çünkü bir kişinin savunduğu bilgiyi başka bir kişi doğru bulmayabilir ve kendi fikrini geliştirmeye başlar ve bilgi doğruysa bilimsel bilgi değişebilir”* ifadesi ile düşüncelerini savunmuştur.

Katılımcılardan bazıları (B5, B6, B10, B11, B14, B17, B28, C7, C10, C13, C20, C21) zaman içinde teknoloji ve imkânların değişim/ gelişim gösterdiğini ifade etmişler ve teorinin değişimini bu durumla ilişkilendirmişlerdir. Örneğin B5, *“Bilimsel teoriler herhangi bir dönemde uygun teknolojiye ve imkânlarına göre şekil alır ve zaman geçtikçe, teknoloji ilerleyip düşünür sayısı arttıkça önceki kabul edilmiş teori çürütülerek yeni bir teori kurulabilir. Bu görüşüme bakarak teoriler değişebilir. Örneğin Thomson atom üzümlü keke benzer protonlar karışık olarak bulunur. Bohr protonlar atomda belirli bir yörüngede bulunur”* cümlelerini kullanarak düşüncesini açıklamış ve örneklerle savunmuştur. Yine benzer olarak C10 düşüncelerini savunmada örneklerden yararlanmış (*“Bilimsel teoriler dönemin teknolojisi, toplumsal yaşamı gibi faktörlerden ötürü değişebilir veya zaman aşımına uğrayabilir. Örneğin atom parçalanmaz demiştir fakat Einstein parçaladı”*).

Katılımcı ifadelerinden yola çıkılarak ön testte yer almayan farklı bir kod son testte ortaya konmuştur. Buna göre katılımcılar teorilerin kesin olmadığı için zamanla değişebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin C22, *“Hiçbir bilgi kesinliğini sonsuza kadar koruyamaz. Örneğin triatlar kanunu”* ifadesini kullanarak düşüncesini açıklamıştır.

Herhangi bir kod altına alınmadığı ve benzer özellik gösterdikleri düşünüldüğü için diğer kodu altına giren katılımcı ifadeleri bulunmaktadır. Özellikle bu ifadelerden bazıları dikkat çekici bulunmuştur. Buna göre teori ile kanun arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya çalışan Asya ve B19 düşüncelerini sırasıyla “*Değişirler çünkü teoriler kanunlardan yola çıkılarak ortaya konulurlar*”, “*Çünkü teori kanunlardan yola çıkılarak bulunur...*” şeklinde ortaya koymuşlardır.

Tablo 97. “Teorilerin Değişebilirliği” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

4. Teoriler zamanla değişimi	
Kodlar	Katılımcılar
Bilginin değişimi ve gelişimi	A1, A3, A6, A8, A11, A13, A18, A19, A21, A24, A25, A27, A28, A32, A34, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D12, D15, D18, D23, D24, D25, D26, D27
Çürütülebilirlik	A5, A11, A12, A16, A17, A30, A31, A33, A35, D2, D6, D9, D14, D16, D21, D22, D29
Deney/ Araştırma	A2, A10, A14, A26, A29, D7, D9, D28
Bilim İnsanı	A1, A4, D20, D33
Teknoloji ve İmkanlar	A10, A19, D11, D17, D33
Değişir- Kesinlik	A20, A22, D1, D10, D19
Diğer	A7, A15

Tablo 97 incelendiğinde iki katılımcı dışında (A9, D13) diğer katılımcıların teorilerin değişebileceğini ifade ettikleri görülmektedir. Olumlu görüş belirten katılımcıların yirmi dokuzunun (29) teorilerinde zaman içinde değişimini bilimsel bilginin zamanla değişmesi ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Bu konuda görüş bildiren A18 “*Bilim geliştikçe yeni şeyler keşfedilip bulunmaktadır. Örneğin; atom teorisi, evrim teorisi*” şeklinde düşüncesini açıklarken, D15 “*Zaman geliştikçe yeni şeyler ortaya çıkar...*” düşüncesini açıklamak için şeklinde ifadeler kullanmıştır.

Katılımcılardan sekizi (8) teorilerin değişimini teorilerin çürütülebilir olmasına bağladıkları görülmüştür. Bu katılımcılardan A12, “*Teoriler zamanla çürütülebilen bilgiler olduğu için değişebilir. Örneğin evrim teorisi*” ifadesini kullanarak düşüncelerini açıklarken, D21 “*Herhangi bir kişi bu konuyla başka bir teori ortaya atıp bunun da doğruluğunu kanıtlarsa diğer teoriyi çürütür. İnsanlar maymundan gelmedir teorisi çürütülmüştür...*” şeklinde düşüncelerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Katılımcıların bir kısmı (A2, A10, A14, A26, A29, D7, D9 ve D28) yapılan deney ve araştırmaların yeni sonuçlar ortaya koyacağını belirtmişlerdir. Dolayısıyla yeni

sonuçlara göre teorilerin değişebileceğini vurgulamışlardır. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan A2, *“Değişir. Çünkü bilim adamı eğer teorisini bir veya iki deneyle doğruluğunu ispatlamışsa başka bir bilim adamı başka bir deneyle o teoriyi değiştirir”* ifadesini kullanarak düşüncesini açıklamıştır. Katılımcı ifadesi incelendiğinde bilim insanının etkisi de düşünülebilir. Fakat ifadenin deneyi daha çok vurguladığı düşünüldüğünde bu ifade deney kodu altında incelenmiştir.

Bilim insanı kodu altına giren katılımcı ifadelerine bakıldığında (A1, A4, D20 ve D33) teorilerin bilim adamlarının çalışmaları ve düşünceleriyle ilişkili olarak değiştiğini ifade ettikleri görülmektedir. Bu konuda görüş bildiren A1, *“Zamanla başka kişilerin düşüncesiyle değişir”* ifadesini kullanırken, D20, *“Değişir çünkü farklı veya aynı bilim adamları farklı fikirler ortaya atar ve doğruluğu kanıtlanırsa değişir”* ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan beşi (5) gelişen teknoloji ve ortaya çıkan imkanlarla teorilerin değişmesinin ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu konuda A10, *“Zaman ilerledikçe teknoloji gelişiyor teknoloji geliştikçe deneyler daha detaylı bir şekilde yapılıyor. Bu yüzden teori değişebilir”* ifadesini kullanırken, D11 *“Teknoloji sürekli değişiyor”* olacak şekilde düşüncesini açıklamıştır.

Katılımcı ifadelerinden yola çıkılarak ön testte yer almayan farklı bir kod son testte ortaya konmuştur. Buna göre katılımcılar teorilerin kesin olmadığı için zamanla değişebileceğini ifade etmişlerdir. Örneğin D1, *“Bence teoriler kesinleşirse kanuna dönüşebilir. Yani değişebilir”* ifadesini kullanırken, D10 *“Teori değişebilir ama kanunlar kesindir”* ifadesini kullanmıştır.

Diğer kodu altında yer alan katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların sadece değişeceği ile ilgili görüş bildirdikleri gerekçelerini yeterince net bir biçimde açıklayamadıkları görülmüştür. Bu katılımcılardan A7, *“Kanun olmadığı sürece değişir”* ifadesini kullanarak düşüncesini açıklarken, A15 *“Teori kanuna dönüşmemişse değişir”* ifadesini kullanmıştır.

Aşağıdaki tablolarda dördüncü sorunun ikinci kısmı olan “Bilimsel teorileri öğrenmek için neden bu kadar zaman harcarız?” sorusuna ilişkin katılımcıların verdikleri

cevaplar vardır. Bu doğrultuda oluşturulan kodlar ve kodlar altında hangi katılımcıların yer aldığı Tablo 98, Tablo 99, Tablo 100 ve Tablo 101’de gösterilmiştir.

Tablo 98. “Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı” Hakkında Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

4. Bilimsel teorileri öğrenmek için neden bu kadar zaman harcarız?	
Kodlar	Katılımcılar
Öğrenme/ Merak	B16, B17, B18, B19, B22, B24, C2, C3, C5, C8, C9, Ece, C24, C28, C29
Öğrenme Zorluğu	B7, Hale, Ayşe, B15, B21, B23, B25, C4, C6, C10, C12, C15, C16, C20, C21, Ata, C27, C31, C32
Kesinlik	B4, B5, Aslı, B27, B29, B30, B32, C5, C22, C30, C33
Hayat	B9, C1, C11, C18, C26, C28
Başarı	B14
Olumsuz	C7

Tablo 98 incelendiğinde zaman harcanmadığını düşünen bir katılımcı dışında (C7) katılımcıların bilimsel teorileri öğrenmek için zaman harcadığını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılar konu ile ilgili farklı gerekçeler ortaya koymuşlardır. On beş (15) katılımcı öğrenme/ bilme isteği ve merak duygusu sebebiyle bilimsel teorilere zaman harcadığını ifade etmişlerdir. Örneğin B17 “*İnsan bazı şeylerin cevabını öğrenmek ister mesela evrenin nasıl var olduğunu ya da insanların nasıl oluştuğunu bilmek istediğimiz için...*” şeklinde bir ifade kullanarak insanların öğrenme isteği nedeniyle teorileri öğrenmek için zaman harcadıklarını vurgulamıştır. Diğer taraftan C9 “*Çünkü insan evreni merak ediyor ve öğrenmek istiyor eğer Newton’un kafasına elma düştüğünde umursamayıp sıradan bir elma diye geçiştirseydi belki insanlar yer çekimini bilemezdi*” şeklinde bir ifade kullanarak merak duygusu sebebiyle insanların teorileri öğrenmek için zaman harcadıklarını vurgulamıştır.

Katılımcılardan on dokuzu (19) bilimsel teorilerin oluşturulma sürecinin zorlu olduğunu, hipotezler kurmak, var olan hipotezleri çürütmek, deneyler yapmak gibi işlemlerin zaman aldığını düşünmüşler, bu yüzden de bu sürecin vakit aldığını savunmuşlardır. Bu katılımcılardan B7 “*Çok zaman harcarız çünkü kurduğumuz hipotezler yanlış olup çürüyebilir ve bir daha hipotez kurmamız gerekir. Deneyler yapmamız gerekir onun için uzun sürer*” olarak düşüncesini belirtirken, C15 “*Konu üzerinde çok dururuz ve çok zaman harcarız...*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bazıları (B4, B5, Aslı, B27, B29, B30, B32, C5, C22, C30 ve C33) bilgileri kesinleştirmek gerektiğini ve bu yüzden zaman harcadığını belirtmiştir. Bu

katılımcılardan B5 “Gözlemler anında olabilecek, kesinleşecek durumlar değildir. Belirli bir zaman geçip hipotezin bitirilip deney sonucu kesinleşmesi gerekmektedir. Bu işlem için de zaman harcanması doğal bir sonuçtur” olarak düşüncesini belirtirken, C5 “Doğruluğu kesin belli olsun diye bilimsel teorileri öğrenmek için bu kadar zaman harcarız” olarak düşüncesini ortaya koymuştur.

Katılımcılardan altısı (6) teorilerin hayattaki düzeni ve keşfedilmemiş şeyleri ortaya koyduğunu ve bu amaçlara ulaşmak için zaman harcadığını belirtmiştir. Örneğin, C1 düşüncesini “Ülkece gelişmek ve hayatımızdaki keşfedilmemiş şeyleri bulmak amacıyla olabilir” ifade ederken, benzer şekilde C11 “Bilimsel teorileri öğrenirsek hayatta nasıl bir düzen olduğunu öğrenmiş oluruz. Mesela evrim teorisi” açıklamasını yapmıştır. Katılımcılardan sadece B14 insanların başarılı/ yararlı olabilmek için teorileri öğrenmeye çalıştıklarını ifade etmiştir. Buna göre B14 “Önemli şeyler bulabilmemiz için zaman harcardım. İnsanoğlu için yararlı olmak o zamana değerdir” açıklamasını yapmıştır.

Tablo 99. “Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

4. Bilimsel teorileri öğrenmek için neden bu kadar zaman harcarız?	
Kodlar	Katılımcılar
Öğrenme/ Merak	A2, A4, A5, A10, A13, A16, A24, A28, D7, D8, D11
Öğrenme Zorluğu	A11, A12, A14, A18, A19, A20, A25, A26, A27, A31, D1, D3, D5, D6, D9, D10, D13, D14, D17, D25, D27, D29, D30, D31
Kesinlik	A1, A6, A8, A15, A17, A21, A32, A33, D3, D18, D28, D33, D34
Hayat	A16, D4
Başarı	A25, D4, D28
Diğer	A22, D13

Tablo 99 incelendiğinde on bir (11) katılımcının teoriler için zaman harcanmasına gerekçe olarak öğrenme / bilme isteği ve merak duygusunu gösterdiği görülmüştür. Örneğin A2 “Merakımızdan dolayı...” açıklamasını yaparken, D8 “O bilgileri öğrenmek için anlamamız gereken adımları daha yeni keşfediyoruz...” şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Katılımcılardan yirmi dördünün (24) bilimsel teorilerin oluşturulma sürecinin hipotezler kurmak, var olan hipotezleri çürütmek, deneyler yapmak gibi zorlu süreçler içerdiğini ve bu durumun zaman aldığını ifade ettikleri görülmüştür. Bu katılımcılardan A11 “Çünkü deney yapıp ispatlamak ve hipotezin tutarlı olmasını

beklemek deneyleri tekrarlamak değişenleri ve koşulları değiştirmek zaman alır” ifadesi ile sürecin aşamalı ve ayrıntılı olduğunu bu yüzden de zaman aldığını vurgulamıştır. Diğer kontrol grubunda yer alan katılımcılardan benzer olarak D3 düşüncesini *“Kanıtlamak için çok deney yapmamız, araştırmamız gerekir bu yüzden zamanımızı alır”* ifadesi ile açıklarken, D9 *“...sorununu belirlemek veri toplamak deney ve gözlem yapmak zaman gerektirdiği için...”* ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bir kısmı (A1, A6, A8, A15, A17, A21, A32, A33, D3, D18, D28, D33, D34) bilgileri kesinleştirmek için zaman harcadıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin A6 *“Doğru düşüncüyü ortaya çıkarmak için harcıyoruz. Kesin bilgilere ulaşmak için...”* ifadesini kullanırken, D18 *“Doğru bir cevap bulmak ve kesinlik sağlamak için bu kadar zaman harcarız...”* şeklinde ifade kullanmıştır.

Katılımcılardan bazıları (A16 ve D4) teoriler için ayrılan zamanı hayat kavramı ile ilişkilendirmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren A16 *“Dünya ve evren hakkında bilgi sahibi olmak ve hayattaki düzeni bilmek için...”* ifadesini kullanırken, D7 *“...bilimsel gerçekler insanı yakından ilgilendirir. İnsan yaşamı ve yaşadığı ortamdaki her şey hakkında bilgiye sahip olunmalıdır...”* olarak düşüncesini ortaya koymuştur.

Katılımcılardan dördü (4) teorilerin gelecekları açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan D20 *“Gelişmek, büyümek için. Uzay mekiği olmasa uzaya gidilemez”* açıklamasını yaparken, D23 *“Çünkü geliştirmek. Apple bir telefon için ne kadar bekliyor çünkü güzel olması için...”* açıklamasında bulunmuştur.

Tablo 100. “Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

4. Bilimsel teorileri öğrenmek için neden bu kadar zaman harcarız?	
Kodlar	Katılımcılar
Öğrenme/ Merak	B1, Asya, B3, B6, B10, B14, B17, Aslı, B29, C8, C9, C10
Öğrenme Zorluğu	Hale, B11, B22, B23, B25, C1, C3, C11, C26, C27
Kesinlik	B4, B13, Naz, C5, C7, C10, C18, C32
Hayat	B18, Aslı
Bilimsel İşlem	B5, B7, Ayşe, B13, B19, B23, B27, B28, B32, C4, C12, C13,
Basamağı	Ece, C16, C20, C22, Ali, C24, C29, C31, C33, C34
Bilim insanı	B15, B21, B24, Ata
Başarı	C6, C8, C17

Tablo 100 incelendiğinde ön testtekinden farklı olarak teoriler için zaman harcanmayacağını düşünen katılımcı bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca ön testteki kodlara ek olarak farklı kodların da ortaya çıktığı görülmüştür.

On iki (12) katılımcı öğrenme/ bilme isteği ve merak duygusunu bilimsel teorilere zaman harcanma nedeni olarak ifade etmişlerdir. Örneğin, B1 konu ile ilgili, “*Bilimsel teorinin tarihsel gelişimini, günümüze kadar ne gibi aşamalardan geçtiğini görmemiz, öğrenmemiz lazım ki yorum yapabilelim*” şeklinde ifade kullanırken, C8 “*Merak duygusu. Bir buluş bulup isminizin tanınması*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan onu (10) bilimsel teorilere zaman harcanmasına gerekçe olarak sürecin zorlu olduğunu bu yüzden de öğrenmenin zor olduğunu ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan B25, “*Çünkü anlamlarını, kimin isimlendirdiğini, bulduğunu öğrenmek zor*” açıklamasında bulunmuştur. Diğer taraftan benzer olarak C11, “*Çok geniş kapsamlı olduğu için teorileri öğrenmek için bu kadar çok zaman harcarız*” ve C27 “*Çünkü çok fazla var ve zamanla değişiyor ve geçmişi de şimdikini de öğrenmemiz gerekiyor*” ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcılardan bazıları (B4, B13, Naz, C5, C7, C10, C18 ve C32) teorilere zaman harcanmasına gerekçe olarak bilgilerin değişebilirliğini göstermişlerdir. Bu katılımcılardan B4 düşüncesini, “*Çünkü bilimsel teorilerin kesinlik bilgisi yoktur. Bu yüzden doğru bilgiye ulaşmak için çok çaba ve uğraş lazımdır...*” olarak açıklamıştır.

Katılımcılardan ikisi (2) teorilerin zaman almasına sebep olarak hayatla ilgili ifadeler kullanmışlardır. Örneğin B18, “*İnsanlığın cahil kalmaması, zorlu şartlar altında bilgi ile sağlanabilir. O yüzden bilim önemlidir öğrenmeliyiz bir insanın hayatı bile değişebilir*” ifadesini kullanırken, Aslı düşüncesini “*Bilimsel teoriler hayatımızın her yerinde karşımıza çıkabilir. Ondan dolayı öğrenmek için çabalamalıyız*” olarak açıklamıştır.

Ön testte hipotezlerin kurulması ve çürütülmesi şeklindeki ifadeler öğrenme zorluğu altında incelenirken, son testte katılımcıların daha ayrıntılı ifadeler kullandıkları ve bu ifadelerinde anlam açısından farklı olduğu düşünüldüğünden farklı bir kod altında belirtilmiştir. “Bilimsel İşlem Basamağı” kodu altında yer alan katılımcılardan B5 düşüncelerini “*Bilimsel teori, kuram, hipotez, gözlem bu kavramların her biri birbirine benzemekte ve ayırt etmek niteliğiyle açıklaması zor olabilen kavramlardır. Karıştırmamak ve neyin teori neyin kuram olduğunu bulmak amacıyla zamana önem verdik. Atomun içinde proton, nötron ve elektron vardır. Teori (belki başka tanecik de vardır) Yer çekimi kanunu (kuramdır)*” şeklinde ortaya koymuştur. Benzer olarak

düşünce belirten C33 ise düşüncelerini, “*Bilimsel teorileri öğrenmek için bilimsel çalışma basamaklarına uymamız gerekir. Bilimsel çalışma 5 basamaktan oluşur. Gözlem yapma, soru sorma, hipotez oluşturma, tahmin yapma, tahminleri test etmek için deney yapma*” olarak açıklamıştır.

Ön testten farklı olarak, teoriler için zaman harcanmasına neden olarak bilim insanı faktörünü belirten “Bilim insanı” kodu ortaya çıkmıştır. Bu kod altında ifade belirten katılımcılardan B15 düşüncesini, “*Örneğin bir bilim adamı bilimsel bir bilgiyi teori haline getirmeli ve bu bilgiyi herkese kabul ettirmelidir*” olarak belirtmiş, B21 ise “*Çünkü teoriler bize her bilim adamının farklı fikirleri ve deney düzenekleri olduğunu bunun sonucunda farklı çıkarımlar oluştuğunu anlatıyor*” ifadesini kullanmıştır. Katılımcılardan üçü (3) başarı kodu altında ifade vermişlerdir. Örneğin C8, “*... Bir buluş bulup ismimizin tanınması*” ifadesini kullanmıştır.

Tablo 101. “Bilimsel Teorileri Öğrenme Zamanı” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

4. Bilimsel teorileri öğrenmek için neden bu kadar zaman harcarız?	
Kodlar	Katılımcılar
Öğrenme/ Merak	A5, A6, A13, A16, A24, A25, A28, A30, A34, A35, D3, D16, D24, D33
Öğrenme Zorluğu	A3, A17, A28, D2, D14, D27
Bilimsel İşlem	A2, A12, A14, A19, A20, A21, A22, A23, A27, A32, A33, D5, D6, D8, D10, D20, D29, D32
Basamağı	D8, D10, D20, D29, D32
Kesinlik	A18, D1
Hayat	A25, A29, A31, D7, D30
Başarı	A31, D4, D28
Diğer	D2, D15, D26

Tablo 101 incelendiğinde iki katılımcı dışında (D25 ve D31) diğer katılımcıların teorilerin değişebileceğini ifade ettikleri görülmektedir. Olumlu görüş belirten katılımcıların on dördünün (14) teorilere zaman harcanma nedeni olarak öğrenme/ bilme isteği ve merak duygusunu belirttiği görülmüştür. Bu konuda görüş bildiren A16, “*Merak insanı öğretmeye ittiği için. Bir insan araştırmaya yönelir ve çevresindeki bütün maddeleri incelemeye başlar*” şeklinde düşüncesini savunurken, D33 “*...insanların meraklarını gidermek için çok zaman harcarız*” olarak düşüncesini savunmuştur.

Altı (6) katılımcı hipotezler kurmak, var olan hipotezleri çürütmek ve deneyler yapmak gibi bilimsel teorilerle ilgili süreçlerin zorlu olduğunu ve bu durumun zaman aldığını

ifade etmişlerdir. Burada da ayrıntılı ve farklı anlam içerdiği düşünülen ifadeler “Bilimsel işlem basamağı” kodu altına alınırken, hipotez oluşturmanın öğrenmeyi zorlaştırdığı ve bu yüzden zaman aldığı anlamına gelen ifadeler ise “Öğrenme zorluğu” kodu altında incelenmiştir. Buna göre A17, “*Çok fazla teorinin olduğu için*”; A28 “*Bir bilgi bir kere görmeye veya okumayla kolayca öğrenilmez. Daha ayrıntılı öğrenmek için daha fazla zaman harcamalıyız*”; D14, “*Çünkü her bilim insanı bilimsel teoriyi farklı algılayıp farklı yorumlar yapmıştır. Bu yüzden her bilim adamının görüşünü öğrenirken uzun sürer*” şeklinde ifadeler kullanarak öğrenme zorluğu kodu altında değerlendirilmişlerdir. Diğer taraftan katılımcılardan A19’un ifadesine göre, “*Bilimsel teori olması için önce çeşitli hipotezler kurulmalı ve deneylerle bu hipotezler desteklenmelidir*” şeklinde ortaya koyduğu ifade bilimsel işlem basamağı kodu altında değerlendirilmiştir.

Katılımcılardan bazıları (A18 ve D1) bilgilerin kesinliğinden emin olmak gerektiğini ve bu yüzden zaman harcadıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin A18, “*Doğru ve kesin bilgi elde etmek için ve hata oluşmaması gibi nedenlerden dolayı. Örneğin; atom teorisi, evrim teorisi*” ifadesini kullanırken, D1 “*Teorinin kesin olup olmadığından emin olmak amacıyla çok zaman harcanmış olabilir*” ifadeleri ile düşüncesini açıklamıştır.

Katılımcılardan bazıları (A25, A29, A31, D7 ve D30) teoriler için ayrılan zamanı hayat kavramı ile ilişkilendirmişlerdir. Örneğin A29, “*...çünkü o bilgiye göre hayatımız değişir*” ifadesiyle düşüncelerini açıklarken, D7 “*Bilimsel teoriler yaşantımızı, yaşadığımız ortamı ve birçok yapı birimini incelediği için yaşantımızda önemli bir yere sahiptir. Bizi aydınlatır ve kendimiz ve yaşadığımız ortam gibi unsurları, bize açıklar*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bazıları (A31, D4ve D28) “Bbaşarı” kodu altında düşünce belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan D4, “*Teorileri öğrenince bilgimiz artıyor*” olarak düşüncelerini açıklarken, D28, “*Teknoloji, tıp ve benzeri alanlarda geliştirerek dünyaya ve kendimize katkı sağlarız*” şeklinde ifadeler kullanmıştır. Katılımcı ifadelerine bakıldığında, teorilerin hayatımıza katkı sağladığını ve bilgimizi arttırdığı şeklinde vurgular bulunmaktadır. Bu ifadeler başarı ile ilişkilendirilebildiğinden başarı kodu altında incelenmiştir.

Dördüncü soru bilimin doğasına ait üç farklı boyut açısından incelenmiştir. “Bilimsel bilginin değişebilir doğası”; “Bilimsel bilginin değişebilir doğasına bilim insanının etkisi” ve “Teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki” şeklinde ifade edilen bilimin doğasına ait boyutlar ile ilgili ayrı ayrı tablolar oluşturulmuş ve incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla bu boyutların incelendiği Tablo 102, Tablo 103 ve Tablo 104 yer almaktadır. Bu tablolarda katılımcıların acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) kategorilerinden hangisinde yer aldığı görülmektedir.

Tablo 102. “Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-4)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
Acemi	28	Acemi	62
	Asya, B3, B7, B9, Ayşe, B15, B18, B19, Aslı, B23, B25, B26, B34, C5, C6, C11, C15, C16, C18, C19, C20, C24, C26, C28, C29, C30, C31, C34		A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A25, A26, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, D1, D2, D3, D4, D5, D7, D9, D10, D11, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D32, D33, D34
Orta seviye	29	Orta seviye	6
	B1, B4, B10, B11, B13, B14, B16, B17, B22, B27, B28, B29, B30, Naz, B33, C2, C3, C4, C7, C10, C12, C13, Ece, C17, C21, Ali, Ata, C27, C32		A24, A27, A35, D6, D8, D12
Uzman	11	Uzman	-
	B5, B6, Hale, B21, B24, B32, C1, C8, C9, C22, C33		

Dördüncü soru ilk olarak “Bilimsel bilginin değişebilir doğası” boyutuna göre incelenmiştir. Katılımcı ifadelerine göre bilimsel bilginin değişebilir olmadığını ifade edenler “Acemi”, bilimsel bilginin değişebilir olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini örneklerle destekleyemeyenler “Orta seviye” ve son olarak bilimsel bilginin değişebilir olduğunu ve mutlak olmadığını ifade edip düşüncelerini de örneklerle destekleyenler “Uzman” kategorisinde değerlendirilmiştir. Dolayısıyla, Tablo 102’de son testte deney grubunda yirmi sekiz (28) katılımcının, kontrol

grubunda ise atmış iki (62) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan deney grubunda yirmi dokuz (29) katılımcının kontrol grubunda ise altı (6) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Bütün bunlara ek olarak sadece deney grubunda yer alan katılımcılardan bir kısmı (11 katılımcı) düşüncelerini örneklerle desteklemiş ve uzman kategorisinde yer almıştır. Örneğin, B5 “...teoriler değişebilir. Örneğin Thomson atom üzümlü keke benzer protonlar karışık bulunur derken, Bohr protonlar atomda belli bir yerde bulunur demiştir” düşüncesini bir örnek üzerinde açıklamaya çalıştığı için uzman kategorisine alınmıştır.

Tablo 103. “Bilimsel Bilginin Değişim ve Gelişimine Bilim İnsanın Etkisi” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-4)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	55	Asya, B3, B5, B7, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B15, B16, B18, Aslı, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B32, B33, B34, C1, C2, C3, C6, C7, C8, C9, C11, C12, C13, Ece, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C28, C30, C31, C32, C34	Acemi	60	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A34, A35 D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D29, D30, D32, D34
Orta seviye	12	B1, B4, B14, B17, B19, B21, Naz, C4, C5, C10, C29, C33	Orta seviye	8	A1, A4, A14, A33, D9, D20, D28, D33
Uzman	1	B6	Uzman	-	-

Dördüncü soruda ikinci olarak “Bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi” boyutu altında katılımcı ifadeleri incelenmiştir. Katılımcı ifadelerine göre, bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisinden bahsetmeyenler “Acemi”; bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisinden bahsettiği halde düşüncesini örneklerle desteleyemeyenler “Orta seviye” kabul edilmiştir. Ayrıca bilimsel bilginin değişim ve gelişiminde; bilim insanının bilgi birikimi, uzmanlık alanı, değerleri gibi faktörlerin etkili olduğunu (öznel) ifade edip, düşüncesini örneklerle desteleyenler “Uzman” kategorisi altında toplanmıştır. Buna göre, deney grubunda yer alan elli beş (55) katılımcının, kontrol grubunda ise atmış

(60) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan deney grubunda on iki (12) katılımcının kontrol grubunda ise sekiz (8) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Ayrıca deney grubunda yer alan B6 bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkili olduğunu belirtmiş ve düşüncesini bir örnek ile savunduğundan uzman kategorisine alınmıştır.

Tablo 104. “Teori ve Kanunların Yapısı ile Aralarındaki İlişki” Boyutuna İlişkin

Katılımcıların Sınıflaması (Soru-4)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori f	Katılımcılar	
Acemi	30	B1, B3, B6, Hale, B9, B10, B11, B14, B16, B17, Aslı, B25, B26, C1, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C13, C15, C22, Ali, C26, C27, C28, C29, C32, C33	Acemi	66	A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D32, D33, D34
Orta seviye	32	B4, Asya, B7, Ayşe, B13, B15, B18, B19, B21, B23, B24, B30, Naz, B32, B33, B34, C2, C11, C12, Ece, C16, C17, C18, C19, C20, C21, B22, C24, Ata, C30, C31, C34	Orta seviye	2	A1, A21
Uzman	6	B5, B27, B28, B29, C6, C10	Uzman	-	

Dördüncü soru üçüncü olarak “Teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki” boyutu altında incelenmiştir. Katılımcı ifadelerine göre, teori ile kanunlar arasında fark olmadığını ifade eden, teori ile kanunlar arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu belirten ve teorilerin kanunlara dönüştüğünü ifade eden katılımcılar “Acemi” kategorisi altında toplanmıştır. Diğer taraftan teori ile kanunların birbirinden farklı olduğunu belirten ve aralarındaki ilişkiyi/ farkı doğru açıklayanlardan örnek kullanmayanlar “Orta seviye”, örneklerle düşüncelerini açıklayanlar ise “Uzman” kategorisine alınmıştır. Örneğin B4 “...bilimsel bilgi mutlak değildir...teoriler zamanla değişebilir. Örneğin eski

zamanlarda çok fazla atom modeli ortaya konuldu...” şeklinde düşüncesini savunarak orta seviye kategorisinde yer almıştır.

Buna göre, deney grubunda yer alan otuz (30) katılımcının, kontrol grubunda ise atmış altı (66) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların teori ve kanunların arasında ilişki olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan deney grubunda otuz iki (32) katılımcının kontrol grubunda ise iki (2) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Ayrıca, deney grubunda altı (6) katılımcı uzman kategorisinde yer alırken, kontrol grubunda bu kategori altına giren herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır.

4.1.4.5. VNOS-C Beşinci Soruya İlişkin Bulgular

Katılımcılara teori ile kanunlar arasında fark olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcı ifadelerine bakıldığında bazı katılımcıların ifadelerinin fark bulunduğu yönünde düşünce belirttikleri görülmüştür. Teori ile kanun arasında fark olduğunu belirten katılımcıların ifadeleri farklı kodlar altında toplanmış ve oluşturulan kodlar aşağıdaki Tablo 105, Tablo 106, Tablo 107 ve Tablo 108’de sunulmuştur.

Tablo 105. “Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

5. Teori ve kanun arasındaki fark	
Kodlar	Katılımcılar
(Var) Kesinlik/Değişebilirlik	B1, Asya, B3, B6,B7, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B14, B15, B16, B18, B19, Aslı, B22, B23, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B33, B34, C1, C3, C4, C5, C8, C9, C11, C12, C15, C16, C18, C19, C21, C24, Ata, C26, C27, C28, C30, C31
(Var) Kabul Görme Amaç Diğer	B4, B5, Hale, B13, B15, B18, B21, B22, B24, C20, C22, C32, C33) Naz, C2, C10, Ece, C29 B32, C6

Üç katılımcı (B17, C7 ve C13) dışında diğer katılımcılar teori ile kanun arasında fark bulunduğu yönünde düşünce belirtmişlerdir. Teori ile kanun arasında fark olmadığını ifade eden katılımcılardan B17 düşüncesini “*Bence ikisi de aynı anlama geliyor*” şeklinde savunurken, C7 “*İkisi de aynıdır*” olarak belirtmiştir.

Kırk altı (46) katılımcı teori ile kanun arasında fark olduğunu ifade etmişler ancak bu durumu kanun açısından yanlış yorumlamışlardır. Bir başka ifadeyle katılımcılar,

teorilerin kesin olmadığını, değişebilir olduğunu, kanunların ise kesin/ değişmez olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durumla ilgili olarak, katılımcılardan Asya “*Teori kesin değildir. Kanun kesindir. Değişemez*”, B15 “*Bence vardır. Çünkü teori değişebilir ve kesin olarak kabul edilmemiştir. Kanun ise kesinleşmiş ve herkes tarafından kabul edilmiştir*”, C11 “*Teori zamanla değişebilir. Ama kanunlar değişemez*” açıklamalarını yapmışlardır.

On üç (13) katılımcı teori ile kanun arasındaki farkı kabul edilebilirlik olarak ifade etmişlerdir. Katılımcılar kanunun herkes tarafından kabul gördüğünü, teorinin ise bu özelliğinin bulunmadığını ifade etmişlerdir. Örneğin B4 düşüncesini “*Vardır. Bilimsel teori değişir ama kanunlar herkes tarafından geçerliliği kabul edilmiştir*” olarak açıklarken, benzer olarak düşünce belirten C22 ise “*Bilimsel teori henüz geçerliliği kabul görmemiş bir amaçtır fakat bilimsel kanun gerçekliği herkesçe kabul görmüştür...*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcı ifadelerinden amaç kodu altına giren beş (5) katılımcı olduğu görülmüştür. Teori ile kanun arasındaki farkı katılımcılar teori ve kanunun farklı şeyleri açıklamayı amaçladıklarını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan konu ile ilgili Naz “*Teori açıklar. Kanun tanımlar*”; C2 “*...vardır. Teori nedenini kanun sonucunu açıklar*”; Ece “*Kanun var olanı açıklarken, teori bunun nedenini söyler. Yani kanun=nasıl? Teori=neden?*” açıklamalarında bulunmuşlardır.

Katılımcılardan bazıları (B32 ve C6) teori ve kanun arasındaki fark(lar)ı belirtmiş fakat ifadeleri belli bir kod altında toplanamadığından diğer kodu altında değerlendirilmiştir. Bu katılımcılardan B32 düşüncesini “*Evrin teorisi ve yer çekimi kanunu aralarında fark vardır...*” şeklinde açıklarken, C6 “*Teori öznelidir. Kanun nesnelidir*” şeklinde açıklamıştır.

Tablo 106. “Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark” Hakkında Kontrol Grubu

Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

5. Teori ve kanun arasındaki fark	
Kodlar	Katılımcılar
(Var) Kesinlik/ Değişebilirlik	A2, A3, A5, A6, A7, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17, A18, A19, A20, A21, A23, A24, A25, A26, A28, A33, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D10, D11, D12, D14, D16, D17, D19, D21, D24, D26, D28, D29, D30, D31, D33
(Var) Kabul Diğer	A4, A5, A6, A12, A15, A16, A20, A21, A27, A28, D13, D18, D25 A1, A8, A22, A32, D23, D34

Tablo 106 ayrıntılı olarak incelendiğinde beş katılımcı (A9, D20, D22, D27 ve D32) dışında diğer katılımcıların teori ile kanun arasında fark bulunduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. Fark bulunduğunu ifade eden katılımcılardan 46'sı teorilerin kesin olmadığı/ değişebilir olduğunu, kanunların ise kesin/ değişmez olduğunu belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan A2 “*Vardır. Teori değişebilir ama kanun değişmez*”, D4 “*Teori daha çok tam olarak doğruluğu kanıtlanmamıştır. Fakat kanunun doğruluğu kesin olarak kanıtlanmıştır*”, D6 “*Bilimsel kanun daha kesindir. Teoriler değişebilir*” şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Konu ile ilgili görüş bildiren katılımcılardan on üçü (13) teori ile kanun arasındaki fark olduğunu belirtirken, bu farkla ilgili olarak kanunların herkes tarafından kabul gördüğünü belirtmişlerdir. Örneğin A15 düşüncesini “*Evet vardır. Çünkü bilimsel teori tüm bilimler tarafından kabul edilmemiştir. Kanun kabul edilmiştir*” şeklinde açıklamıştır. Benzer olarak görüş belirten D18 “*Evet vardır. Teoride deney sonucu tutmuşsa olur ama kanunda birçok bilim insanı tarafından kabul görmüş olduğu için farklıdır*” ifadesini kullanarak kanunların bilim insanları tarafından kabul edilmiş olması gerektiğini ifade etmiştir.

Diğer kodu altına giren katılımcıların konu ile ilgili farklı ifadeler kullandıkları görülmektedir. Bu ifadelere bakıldığında A8 “*Vardır. Mesela atomun parçalanması örnek verilebilir*”; D34 “*Bilimsel kanun bilimsel teoriye göre daha gelişmiştir...*”, A1 “*Kanun daha bilimsel ve gerçekçidir...*” şeklinde farklı ifadeler kullandıkları görülmektedir.

Tablo 107. “Bilimsel Teori ile Kanunlar Arasında Fark” Hakkında Deney Grubu

Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

5. Teori ve kanun arasındaki fark	
Kodlar	Katılımcılar
(Var) Kesinlik/ Değişebilirlik	B3, B4, B9, B11, Ayşe, B13, B15, B18, Aslı, B21, B22, B23, B25, B26, B27, B28, B33, B34, C1, C2, C3, C11, C12, C13, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22, Ali, C24, C26, C31
(Var) Kabul	B1, B4, B5, B15, B17, B29, B32, C8, C9, C34
Amaç	B6, B24, C4, C5, C7, C10, Ece, C15, C21, Ata, C27, C28, C29, C30, C32, C33
Teori Kanuna Dönüşür	B7, B14, B16, B23
Teori Kanunu Açıklar	Asya, Hale, B9, B19, Naz
Diğer	B10, B30

Tablo 107 incelendiğinde ön testten farklı olarak, teori ile kanun arasında fark olmadığını ifade eden katılımcının bulunmadığı tespit edilmiştir. Katılımcım ifadeleri genel olarak incelendiğinde, 35 katılımcının teori ile kanun arasında fark belirtmişler ve fark olarak da teorilerin kesinlik içermediği, kanunların ise kesinlik içerdiğini ifade etmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren, katılımcılardan B11, B15 ve C17 sırasıyla *“Teori kesin değil. Kanun kesin”*; *“Teori bilimsel bilginin kesinleşmiş halidir. Değişebilir...”*; *“Kesinlikle vardır. Teori hipotezlerin doğruluk payı çok yüksek olmasıdır bundan dolayı böyle denmiştir. Kanun ise tamamı doğruluk payı olması ve kesin olmasıdır...”* ifadelerini kullanmışlardır. Bu katılımcılardan C17 ifadesinin devamında *“...Fakat belki kanunlar bile çürüyebilir”* ifadesini kullanarak aslında hem teorilerin hem de kanunların değişebilir olduğunu ifade etmiştir. Bir bakıma C17 kanun hakkında yanlış bilgisini devam ettirip ettirmemekte kararsız gözükmiştir. Yukarıdaki katılımcılara benzer görüş bildiren Ayşe düşüncesini, *“Teoriler değişebilir kanunlar değişemez. Kütlenin korunumu kanunu”* olarak ifade etmiş ve örnekle bu düşüncesini desteklemiştir.

Konu ile ilgili görüş bildiren katılımcılardan onu (10) teorilerden farklı olarak kanunların herkes tarafından kabul gördüğünü belirtmişlerdir. Örneğin B17 düşüncesini, *“Kanun artık tüm dünya tarafından kabul görmüştür”* olarak açıklarken, C34 *“Evet vardır. Yasalar kabul edilen ancak teoriler kabul edilmeyip doğruluğu açıklanan bilgilerdir”* şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Katılımcılardan on altısı (16) amaç kodu altında incelenmiştir. Katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların teori ile kanunların farklı işleri amaçladıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan konu ile ilgili B6, *“Teori kılavuz gibidir. Kanunlar ise yapılan şeyin sahasını oluşturur. Sonuç olarak farklıdır”* şeklinde ifadeler kullanırken, C4 ve C7 düşüncelerini sırasıyla *“Teori olayın nedenini açıklar. Kanun var olan olayı ortaya koyar”*; *“Vardır. Kanun var olanı tarif ederken, teori bunun nedenini açıklar...”* şeklinde açıklamışlardır.

Ön testten farklı olarak katılımcılardan bazılarının (B7, B14, B16 ve B23) teori kanuna dönüşür şeklinde bir düşünce ortaya koydukları görülmüştür. Bu düşünceye sahip olan katılımcılardan B7, *“Vardır. Teori kanuna göre biraz daha zayıftır. Ama şöyle de bir durum vardır. Teori kanuna, kanun da teoriye dönüşebilir. Evrim teorisi ve kütlenin*

korunumu” olarak düşüncesini örneklerle destekleyerek savunurken, B14 düşüncesini açıklamak için “*Teoriler güçlendirirler.(Deneyler, araştırmalar vb.) gibi çalışmalarla doğruluğu kanıtlanınca kanuna dönüşür*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcı ifadeleri incelendiğinde ve ön test ile karşılaştırıldığında ön testten farklı olarak beş (5) katılımcının teori ile kanun arasında farklı bir ilişki (teori kanunu açıklar) ortaya koydukları görülmüştür. Bu katılımcılardan Asya, “*Kanun doğada vardır. Kanıtlar, tanımlar. Teori kanunu açıklar. Anlatımı kolaylaştırır...*” ifadesini kullanırken, Hale “*Aralarında hiçbir bağlantı yoktur ama kanunlardan yola çıkarak teorileri bulabiliriz*” ifadesini kullanmıştır.

Tablo 108. “Bilimsel Teori İle Kanunlar Arasında Fark” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

5. Teori ve kanun arasındaki fark	
Kodlar	Katılımcılar
(Var) Kesinlik/ Değişebilirlik	A1, A2, A6, A7, A10, A11, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A33, A35, D1, D2, D4, D7, D8, D9, D10, D11, D14, D17, D18, D21, D22, D24, D25, D26, D29, D30, D31, D34
(Var) Kabul	A4, A8, A10, A11, A12, A14, A16, A19, A25, A27, D3, D13, D27
Var	A3, D16, D23, D33
Diğer	A5, A22, A30, A31, D5, D12, D19

Tablo 108 ayrıntılı olarak incelendiğinde beş katılımcı (A9, D6, D15, D20 ve D29) dışında diğer katılımcıların teori ve kanun arasında fark bulunduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. Olumlu görüş bildiren katılımcılardan 44 katılımcının, teori ile kanun arasındaki fark olduğunu belirttikleri ve teorilerin kesin olmadığını / değişebilir olduğunu düşündükleri, kanunların ise kesin/ değişmez olduğunu belirttikleri görülmüştür. Bu katılımcılardan A17, “*Bilimsel kanun kesindir. Doğrudur. Kütlenin korunumu kesindir. Bilimsel teori ise kesin değildir. Doğru tam değildir. Evrim teorisi kesin olmadığından doğru değildir*” ifadesini kullanırken, konu ile ilgili diğer kontrol grubunda yer alan D14, “*Evet vardır. Kanun teorilere göre daha kesindir*” ifadesini kullanmıştır. Yukarıdaki katılımcı ifadeleri ile benzer olarak teori ile kanun arasındaki farkı değişebilirlik olarak ifade eden ve bu düşüncesini örneklerle savunan katılımcılardan A20 ve A24 düşüncelerini sırasıyla, “*Teori değiştirilebilir ya da bir şeyler eklenip, çıkartılabilir. Ama yasalar evrenseldir. Ve değiştirilemez. Örneğin; yer çekimi yasası*”; “*Katlı oranlar kanunu kanıtlanmıştır.(kesin olarak) ve birçok deneyle*

hatta binlerce deneye de. Ancak Big Bang teorisi kanıtlanamamıştır” olarak ifade etmişlerdir.

On üç (13) katılımcı teori ile kanun arasındaki farkın kabul edilebilirlik olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir ifadeyle kanunların herkes tarafından kabul gördüğünü, teorilerin ise böyle bir özelliğe sahip olmadığını ifade etmişlerdir. Örneğin A8, *“Vardır. Kanun gerçekliği tüm dünya tarafından kabul görmüştür”* ifadesini kullanırken, D3 *“Teori bir bilim insanının ortaya koyduğu düşüncedir. Lakin bilimsel kanun herkes tarafından kabul gören kesinleşmiş olaydır”* ifadeleri ile düşüncesini savunmuştur.

“Var” kodu altına giren ifadelerle bakıldığında katılımcıların teori ile kanun arasında fark olduğunu düşündükleri fakat fark ile ilgili bir neden ortaya koyamadıkları görülmüştür. Örneğin D16, *“Teoriler değişir. Kanunlar değişmez”* ifadesini kullanarak fark olduğunu belirtmiş fakat bu durumla ilgili bir gerekçe sunamamıştır.

Beşinci soru bilimin doğasına ait iki farklı boyut açısından incelenmiştir. “Bilimsel bilginin değişebilir doğası” ve “Teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki” şeklinde ifade edilen boyutlar ile ilgili tablolar oluşturulmuş ve incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla bu boyutların incelendiği Tablo 109 ve Tablo 110 yer almaktadır. Bu tablolarda katılımcıların acemi, orta seviye ve uzman kategorilerinden hangisinde yer aldığı görülmektedir.

Tablo 109. “Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-5)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
Acemi	60	Acemi	67
	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B14, B16, B17, B18, B19, B21, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, Naz, B33, B34, C2, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C13, Ece, C15, C16, C18, C19, C20, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34		A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D33, D34

Tablo 109 devamı

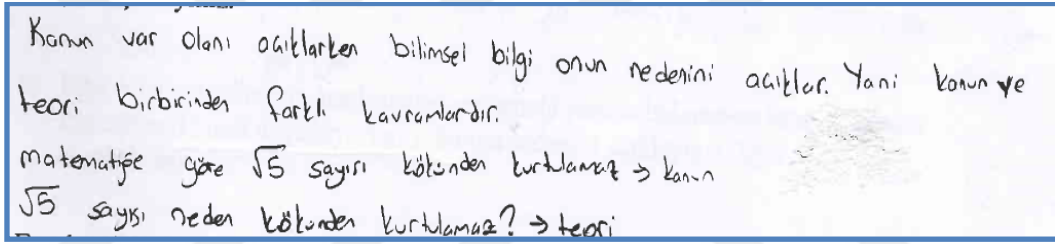
Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Orta seviye	7	B15, Aslı, B32, C1, C12, C17, C21	Orta seviye	1	A17
Uzman			Uzman		

Beşinci soru ilk olarak “Bilimsel bilginin değişebilir doğası” boyutuna göre incelenmiştir. Buna göre bilimsel bilginin mutlak/kesin veya değişmez olduğunu ifade eden katılımcılar “Acemi”; değişebilir olduğunu ifade edenler, “Orta seviye”; örneklerle düşüncesini savunanlar ise “Uzman” kategorisinde değerlendirilmiştir. Tablo 109’a göre son testte deney grubunda atmış (60), kontrol grubunda ise atmış yedi (67) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan deney grubunda yedi (7) katılımcının kontrol grubunda ise bir (1) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Bu katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür.

Tablo 110. “Teori ve Kanunların Yapısı ile Aralarındaki İlişki” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-5)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	13	B10, B11, B14, B15, B16, B18, B23, C1, C11, C13, C19, C26, C31	Acemi	43	A1, A3, A4, A5, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A25, A26, A27, A29, A30, A31, A33, A34, D3, D6, D7, D12, D13, D14, D15, D19, D20, D23, D27, D28, D29, D33,
Orta seviye	46	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B17, B19, Aslı, B21, B22, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, Naz, B33, B34, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C12, C15, C16, C17, C18, C20, C21, Ali, C24, Ata, C27, C28, C30, C32, C33, C34	Orta seviye	25	A2, A6, A23, A24, A28, A35, D1, D2, D4, D5, D8, D9, D10, D11, D16, D17, D18, D21, D22, D24, D25, D26, D30, D31, D34
Uzman	8	B9, Ayşe, B13, B32, C2, Ece, C22, C29	Uzman		

Beşinci soru ikinci olarak “Teori ve kanunların yapısı ve aralarındaki ilişki” boyutu altında incelenmiştir. Buna göre, deney grubunda yer alan on üç (13) katılımcının, kontrol grubunda ise kırk üç (43) katılımcının “Acemi” kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların teori ve kanunların arasında ilişki olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan deney grubunda kırk altı (46), kontrol grubunda ise yirmi beş (25) katılımcının “Orta seviye” kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Ayrıca, deney grubunda sekiz (8) katılımcı “Uzman” kategorisinde yer alırken, kontrol grubunda bu kategori altına giren herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır. Aşağıda uzman kategorisinde yer alan B9’un ifadeleri aynen alıntı olarak Şekil 43’te sunulmuştur.



Kanun var olanı açıklarken bilimsel bilgi onun nedenini açıklar. Yani kanun ve teori birbirinden farklı kavramlardır.
matematiğe göre $\sqrt{5}$ sayısı kökten kurtulamaz \rightarrow kanun
 $\sqrt{5}$ sayısı neden kökten kurtulamaz? \rightarrow teori

Şekil 43. Deney grubu B9’un (uzman) beşinci soru için düşünceleri

Şekil 43 incelendiğinde deney grubunda yer alan B9’un teori ile kanunların farklı bilimsel bilgiler olduğunu ifade ettiği görülmektedir. Ayrıca B9, bu konudaki düşünceleri ile ilgili bir örnek ortaya koymuş ve bu yolla düşüncesini desteklemiştir.

4.1.4.6. VNOS-C Altıncı Soruya İlişkin Bulgular

Bu başlık altındaki bulgular iki kısımda incelenmiştir. Altıncı soruya ait ilk kısımda “Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emindirler?” sorusuna ait bulgular incelenmiş, ikinci kısımda ise “Bilim insanları atomun yapısını belirlemek için ne tür kanıtlar kullanmış olabilirler?” sorusuna ait bulgular incelenmiştir. Aşağıdaki Tablo 111, Tablo 112, Tablo 113 ve Tablo 114’te katılımcıların altıncı sorunun ilk kısmına verdikleri cevaplar doğrultusunda oluşturulan kodlar yer almaktadır.

Tablo 111. “Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri” Hakkında Deneysel Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emindirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deneysel	B3, B5, B7, B15, B18, Aslı, B22, B28, B30, Naz, B32, B33, C1, C5, C10, C11, C15, C19, C22, C22, Ali, C24, C26, C30, C31, C34
Araştırma	B6, Hale, B10, B11, B13, B14, B17, B19, B21, B25, B26, B29, Naz, B34, C2, C3, C4, C15, C18, C27, C29, C33, C34
Deneysel ve Gözlem	B1, Ayşe, B16, B27, B29, C2, C16, C28
Modelleme/ Tahmin	Asya, C8, C12, C18
Bilgi Birikimi	B4, B24, C22, Ata, C28, C34

Tablo 111 incelendiğinde katılımcılardan sadece C6 bilmiyorum ifadesi kullanmış olup, bazı katılımcılar (C7, C13, Ece ve C32) ise bilim insanlarının aslında emin olmadıklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bilim insanlarının atomun yapısı konusunda emin olmadıklarını ifade eden Ece “*Emin değildirler. Mesela Dalton atom modeli üzerine çok sayıda atom modeli gelmiştir*” şeklinde düşüncesini açıklarken, C32 “*Aslında emin değiller. Belirli işlemler yapılabilmesi için aldıkları değerlerdir bunlar...*” şeklinde ifade etmiştir.

Diğer katılımcıların ise farklı görüşler bildirdikleri görülmüştür. Katılımcılardan 26’sı bilim insanlarının deneyler yaparak atomun yapısı hakkında emin olduklarını belirtmişlerdir. Örneğin B7 “*Deneyler yapmışlardır...*” ifadesini kullanırken, Aslı “*Bu konuda birçok deney yapıldığı için...*” ifadesini kullanmıştır. Diğer taraftan teknoloji ve deneyler sayesinde emin olduklarını ifade eden C10 “*Gelişen teknoloji ve deneyler sayesinde...*” şeklinde düşüncesini savunmuştur.

Katılımcılardan yirmi üçü (23) araştırma ve incelemeler yaparak bilim insanlarının atomun yapısından emin oldukları yönünde görüşlerini savunmuşlardır. Katılımcılardan B14 düşüncesini “*En son ki araştırma sonucunda o bilgiye ulaşımlardır*” olarak açıklarken, C15 düşüncesini “*Gözle görülmeyecek kadar küçük olan atom hakkında araştırma sonucu eski bilgilerden yola çıkarak teoriler geliştirip deneyler tasarlamışlardır*” olarak açıklamıştır.

Katılımcılardan bir kısmı (B1, Ayşe, B16, B27, B29, C2, C16 ve C28) atomun yapısını açıklamak için deney ve gözlemden yararlandığını, bu sayede atomun yapısı hakkında emin olduklarını ifade etmişlerdir. Örneğin, Ayşe “*Çünkü deney ve gözlemler yaparak doğruluğunu kanıtlamışlardır*” açıklamasını yapmış, “Deney ve

gözlem” ikisinden birlikte yararlanıldığını belirtmiştir. Diğer deney grubunda yer alan benzer görüş belirten C2 ve C16 düşüncelerini sırasıyla “*Deneyler gözlemler, çalışmalar yaparak atomun yapısını kanıtlamış ve emin olmuşlardır*”; “*...Çünkü deney ve gözlemler yaparak kanıtlamışlardır*” olarak ifade etmişlerdir.

Katılımcılardan dördü (4) atomun yapısı ile ilgili bilim insanlarının modellemeler yaptıklarını ve atomun yapısı ile ilgili tahminlerde bulduklarını, bu yolla atomun yapısı hakkında emin olduklarını ifade etmişlerdir. Örneğin C12 düşüncesini “*Modellemeler yaparak...*” olarak ifade etmiştir.

Katılımcılardan bir kısmı (B4, B24, C22, Ata, C28 ve C34) atomun yapısı ile ilgili zamanla bilgi birikimi oluştuğundan dolayı atomun yapısı hakkında emin olabildikleri belirtmişlerdir. Zamanla bilginin geliştiğini ifade eden katılımcılardan B24 “*Fen tarihinde çok sayıda atom modeli ortaya konmuştur ve gün geçtikçe farklılaşmıştır. Atom yapısını inceleyen bir kişi önceki öne sürülen bilgiyi kullanarak tezini ilerletmiştir*” şeklinde ifade kullanarak önceki bilgilerin üzerine yenisi eklenerek atomun yapısı hakkındaki görüşlerin geliştirildiğini ifade etmiştir. Aynı konuda benzer görüş belirten diğer bir katılımcı olan Ata “*Geçmişten günümüze kadar sorguladıkları için her seferinde güçlendi değişti son halini aldı*” olarak düşüncesini savunmuştur. Ata'nın ifadesinde de vurgulanan bilimsel bilginin zaman içinde üzerine eklenenler yapılarak gelişmesidir.

Tablo 112. “Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emindirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	A2, A4, A6, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A21, A22, A24, A27, A32, A33, D2, D3, D5, D9, D12, D17, D18, D25, D27, D32, D33
Araştırma	A1, A2, A3, A5, A18, A19, A25, A26, A27, A28, A35, D3, D4, D13, D16, D19, D24, D30, D32
Deney ve Gözlem	A12, A28, D1, D6, D7, D34
Modelleme/ Tahmin	A16, A22, A23, D14, D23, D28
Bilgi Birikimi	A24, D33
Diğer	A7, A17, D8, D11, D15

Tablo 112 incelendiğinde üçünün (D22, D26 ve D29) bilmediğini ifade ettikleri görülmüştür. Buna ek olarak, iki (2) katılımcının (A10, D10) bilim insanlarının atomun yapısı hakkında aslında emin olmadıklarını ifade ettikleri görülmüştür.

Katılımcılardan A10 “*Aslında tam emin değillerdi...*” aslında bilim insanlarının emin olmadıklarını ifade etmiştir. Diğer taraftan katılımcılardan D10 “*Bence bu kadar emin değillerdir. Çünkü bunların hepsi birer teoridir*” ifadesini kullanarak bilim insanlarının atomun yapısı hakkında kesinlikle emin olmadıklarını ifade etmiştir.

Diğer katılımcılardan yirmi yedisi (27) atomun yapısı ile ilgili deneyler yapıldığını ve bu sayede atomun yapısı hakkında emin olduklarını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan A4 “*Çeşitli kendilerine özgü fikir ve deneylerle kanıtladıkları için emin oldukları...*”, D3 “*Kontrollü deneyler yaparak, inceleyerek emin olmuşlardır. Görüşler sayesinde de...*”, D9 “*Deneyler yapmışlardır ve kanıtlamışlardır*” açıklamalarında bulunmuşlardır.

On dokuz katılımcı (19) atomun yapısı ile ilgili bilim insanlarının araştırma ve inceleme yaptıkları bu sayede atomun yapısı hakkında emin olduklarını savunmuşlardır. Bu konuda görüş belirten katılımcılardan A5 “*Canlıyı meydana getiren bir şeyin olduğunu düşünüp sonra araştırmışlardır. Ve o kadar araştırma sonucunda bir bulguya ulaşmışlardır*” açıklamasını yaparken, D16 düşüncesini “*Bilimsel çalışmalar yaptıkları için sonuçlarına dayanarak emin olabilirler*” olarak açıklamışlardır.

'Deney ve gözlem' kodu altına giren katılımcıların ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların deney ve gözlemin birlikte kullanılması sonucu bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin olabildiklerini ifade etmişlerdir. Katılımcılardan A28 “*Çünkü defalarca deney, gözlem ... yaptılar*”; D1 “*Sürekli deneyler ve gözlemler yaptıkları içindir. Gelişen şartlarda atomu kolayca inceleyebiliyorlar*”; D6 “*Gözlemler ve deneyler yapmışlardır. Bir şeyler keşfedip bulmuşlardır*” ifadelerini kullanmışlardır.

Katılımcılardan bir kısmı (A16, A22, A23, D14, D23 ve D28) modellemeler yoluyla atomun yapısı hakkında bilgi sahibi olduklarını belirttikleri görülmüştür. Bu konuda görüş bildiren A16 “*Modeldir. Bilim insanları tam olarak belirleyemedikleri bazı konularda modeli kullanırlar. Bu yüzden kesinlik net değildir*” ifadesini kullanırken, D23 “*Deney, çünkü modellemeyle desteklediler*” ifadesiyle açıklama yapmıştır.

Katılımcılardan ikisi (2) mevcut bilgilerin üzerine yeni bilgilerin eklenmesi sonucu bilim insanlarının belli bir bilgi birikimine sahip oldukları ve bu sayede atomun yapısı hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtmiştir. Bu konuda görüş bildiren D33 “*Geçmiş yüzyıllardaki araştırmaları bildiği için...*” ifadeleri ile düşüncesini savunmuştur.

Tablo 113. “Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri” Deney Grubu

Katılımcıların Son Testteki Görüşleri	
6. Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emindirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	B5, B6, Hale, B9, B10, Ayşe, B16, B18, Aslı, B21, B24, B25, B30, B34, C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C15, C19, C21, Ali, C24, Ata, C26, C27, C29, C32, C33
Araştırma	Asya, B11, Aslı, B28, C13, C15, C20, C24, C28, C30, C31, C34
Deney ve Gözlem	B4, B7, B13, B15, B17, B19, B22, B27, Naz, B33, C5, C11, C12, C16, C20, C27, C28
Hayal Gücü ve Yaratıcılık	B16, B29, B32, C2, C6, C26
Bilim İnsanı	B24, B28, C17
Modelleme/ Tahmin	B6, Hale, C26
Teknoloji	B14, B25, Ece
Bilgi Birikimi	B4, B34, C1, C2, C4, C18, C21, C22, Ata
Diğer	C10

Tablo 113 ayrıntılı olarak incelendiğinde bilim insanlarının atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emin olduklarını bilmediğini ifade eden katılımcı bulunmadığı görülmüştür. Diğer taraftan üç katılımcının (B3, B23 ve C34) bilim insanlarının aslında emin olmadıklarını ifade ettikleri tespit edilmiştir. Örneğin B3 düşüncesini “*Bilim adamları atomun yapısından bence o kadar da emin değillerdir. Çünkü mikroskoplarda atomun taneciklerinin çok hızlı döndüğü ve atomun taneciklerinin nerede olduğunu değil nerelerde olabileceğini bulmaya çalışıyorlar*” olarak açıklamıştır. Katılımcı ifadesi incelendiğinde B3’ün düşüncesini destekleyerek savunduğu dikkati çekmekte ve bu ifadeden yola çıkılarak son testte “Emin değillerdir” görüşü altında toplananların, ön testten farklı bir durum (Ön test C32: “*Aslında emin değiller. Belirli işlemler yapılabilmesi için aldıkları değerliklerdir bunlar*”) ortaya koydukları ifade edilebilir.

Katılımcı ifadelerine bakıldığında, katılımcılardan 33’ü bilim insanlarının deneyler yaptıklarını ve bu sayede atomun yapısı ile ilgili emin olduklarını belirtmiştir. Bu katılımcılardan B5, “*Yaptığı deneyler ve bulduğu sonuçlar doğrultusunda bulduğu sonuçlara dayanarak yani bu kadar emin oluyorlar. İnsanlarda bu doğrultuda ispatı*

doğru kabul ederek kesin bir bilgi olarak kabul eder ve ders kitapları, dergilerde yer alır” ifadesini kullanarak düşüncesini açıklamıştır. Benzer olarak deneyler sonucu atomun yapısı hakkında emin olduklarını ifade eden katılımcıların bir kısmının görüşlerini örneklerle destekledikleri görülmüştür. Bu katılımcılardan B9, “*Deneyler yaparak örneğin Rutherford’un alfa ışınları deneyi ile atom altı taneciklerinden proton keşfedildi (Proton zaten biliniyordu, bu deneyde protonun çekirdekte olduğu bulundu) ya da gördüğümüz yağ damlacıkları deneyi”* düşüncesini örneklerle desteklemiştir.

On iki (12) katılımcı bilim insanlarının çeşitli araştırma ve incelemeler yaptıklarını ve elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda atomun yapısı hakkında bilgiler elde ettiklerini belirtmiştir. Bu katılımcılardan C31, “*Yaptıkları araştırmalar sonucunda vardığı kararlar”* ifadesini kullanarak düşüncelerini açıklamıştır. Diğer taraftan “Araştırma” kodu altına giren katılımcılardan bazılarının araştırma yapmanın yanında başka ifadeleri de ekleyerek görüş bildirdikleri görülmüştür. Örneğin Aslı, “*Araştırmalar ve deneyler sonucunda emin olabilmişlerdir”* ifadesiyle araştırma ve deney yoluyla bilim insanlarının emin olabildiklerini ifade ederken, C34, “*Araştırma, gözlem, hipotez ve deneylerden yola çıkarak ve doğruluğunu kanıtlayarak bu kadar eminler”* araştırma, gözlem, hipotez ve deneylerden yararlandığını ifade etmişlerdir. Bu katılımcı ifadeler ayrı kodlar olarak değerlendirilmemiş, ayrı ayrı kodlar altına alınmıştır. Örneğin Aslı hem deney hem de araştırma kodu altında değerlendirilmiştir.

Katılımcılardan yedisi (7) “Deney ve gözlem” kodu altına alınmıştır. Katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların deney ve gözlemler yoluyla katılımcıların atomun yapısı hakkında emin olabildiklerini belirttikleri görülmüştür. Bu katılımcılardan B15, “*Deney ve gözlemlerden yararlanarak. Bu kadar emin olmuşlardır”* ifadesini kullanırken, C11 “*Deney ve gözlemler yaparak”* ifadesini kullandığı görülmüştür. Diğer taraftan katılımcıların bir kısmının benzer fikirler ortaya attıkları ve düşüncelerini desteklemek amacıyla da örnekler ortaya koydukları görülmüştür. Örneklerle düşüncesinin savunan B19, “*Deneyler ve gözlemler yapmışlardır. Democritus atomun varlığını ortaya attığında gözlemlerden yola çıkmıştı”* ifadesini kullanmıştır.

Son test uygulaması için, ön testten farklı olarak katılımcı ifadelerinden “Hayal Gücü ve Yaratıcılık” kodu ortaya çıkmıştır. Bu kod altına giren ifadelerde, katılımcılar bilim insanlarının hayal güçleri ve yaratıcılıklarını kullanarak atomun yapısı hakkında fikirler ortaya attıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin B32 düşüncesini, “*Hayal ve yaratıcılık güçlerine kullanarak bir sonuca varıp ispatlamışlardır*” olarak açıklarken, C6 “*...tabi biraz da hayal güçleri sayesinde*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan üçü (3) ön testte bulunmadığı halde son testte katılımcı ifadelerinden ortaya çıkan bilim insanı kodu altına girmiştir. Diğer bir ifade ile üç katılımcı atomun yapısının ortaya konmasında bilim insanlarının özelliklerinin ve çalışmalarının olduğunu savunmuştur. Bu duruma uygun ifade kullanan B24, “*Aslında bu gerçek Rutherford deneyinde tamamen gün yüzüne çıkmasa da atomun kısmi parçacıklarının yeri saptanmıştı. Kafalarda soru işareti olarak kalan o boşluğu, deneyin ardından gelen bilim insanları kapatarak bu gün ki hale geldi. Bu yüzden eminler*”; B28, “*Bilim insanlarının yaptığı araştırmalar ve kendilerine güvendiklerinden dolayı...*”; C17, “*...Bütün bilim adamlarının ortak görüşleri sonucu böyle bir karar alınmıştır bence...*” olarak düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan bazıları (B6, Hale ve C26) atomun yapısı ile ilgili bilim insanlarının modellemeler yaptıklarını ve atomun yapısı ile ilgili tahminlerde bulduklarını, bu yolla atomun yapısı hakkında emin olduklarını ifade etmişlerdir. Örneğin B6 düşüncesini “*...içindekileri tahmin edip düzeneklerle araştırarak*” ifadesini kullanırken, C26 “*...ve tahminler yaparlar*” şeklinde ifade kullanmıştır.

Katılımcılardan üçü (3) gelişmiş teknolojiler sayesinde bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin olduklarını belirtmiştir. Katılımcılardan B14 “*Eldeki teknoloji ile ulaşabildikleri en iyi sonucun bu olduğunu düşünüp ve de kendilerine güvenince emin oluyorlar*” şeklinde ifade kullanırken, B25 “*Bilim adamları atomu hemen oluşturamamışlardır. Yani çok yıllar geçmiş. Zaman içerisinde hem bilgi hem de teknoloji ilerledi, deneyler yaparak ispatlamışlar*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan dokuzu (9) atomun yapısı hakkında, atomun yapısı ile ilgili zamanla bilgi birikimi olduğundan dolayı emin olabildikleri belirtmişlerdir. Katılımcılardan B4 “*Çünkü Democritus’tan başlayan ve bugüne kadar gelen atom modeli vardır. Modern atom teorisinde geçmişteki bilim adamlarından yararlanarak bilgi birikimi ile*

geliştirmişlerdir...” şeklinde düşüncesini savunurken, C2 “... *Bilim adamları kendinden önceki bilim adamlarının bulunduğu atom modeline kendi bilgilerini katarak şu anki atomu bulmuşlardır*” olarak ifade etmişlerdir. Tablo 114. “Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Görüşleri” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emindirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	A1, A2, A3, A12, A13, A14, A15, A17, A19, A21, A23, A25, A27, A28, A29, A30, D2, D3, D4, D5, D8, D9, D13, D17, D19, D20, D24, D25, D27, D31, D32, D34
Araştırma	A5, A16, A20, A25, A27, A31, A35, D18, D28, D30, D33
Deney ve Gözlem	A4, A6, A11, A20, A33, D1, D7, D16, D26, D28
Hayal Gücü	A24
Modelleme/ Tahmin	A7, A8, A23, A25, D14
Teknoloji	A18, A19, A24, D7
Bilgi Birikimi	A4, A34
Görmüşlerdir	D15

Tablo 114 ayrıntılı olarak incelendiğinde iki katılımcının (D6 ve D10) bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin olmadığını ifade ettikleri, altı katılımcının ise (A22, D11, D12, D23 ve D29) bilmediklerini söyledikleri görülmüştür. Emin olmadıklarını ifade eden katılımcılardan

D6 düşüncesini “*Bence hala yanlışları var*” olarak açıklarken, D10 “*Bence bu kadar emin değiller*” şeklinde açıklama yapmıştır.

Katılımcılardan otuz ikisi (32) bilim insanlarının deneyler sayesinde atomun yapısı hakkında bu kadar emin olduklarını ifade etmişlerdir. Örneğin katılımcılardan A12 “*Altın levha deneyiyle maddenin boşluklu olduğunu öğrendiler*”; D5 “*Çünkü deney yapmışlar*”; D9 “*Bu güne kadar yapılan deneyler sayesinde*” düşüncelerini olarak açıklamışlardır.

On bir (11) katılımcı, araştırma ve incelemeler bilim insanlarının atomun yapısından bilgi sahibi olmalarını, dolayısıyla emin olmalarını sağladığını belirtmişlerdir. Örneğin A5, “*Çok araştırmışlardır...*” şeklinde düşüncesini savunurken, D18 “*İncelemişlerdir...*” ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bazıları (A4, A6, A11, A20, A33, D1, D7, D16, D26, D28) deney ve gözlemleri kullanarak atomun yapısını hakkında emin olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcılardan A6, “*Deneyler yaparak, gözlemler yaparak bu kadar emin sonuca*

ulaşmışlardı" ifadesini kullanırken, D1 *"...deneyler ve gözlemler yapmışlardır. Bu sayede emin olmuşlar"* açıklamasını yapmıştır.

Katılımcılardan bazıları (A7, A8, A23, A25, D14) bilim insanlarının modelleme ve tahminler sayesinde atomun yapısı hakkında emin olabildiklerini ifade etmişlerdir. Katılımcılardan A8, *"Mantıklı tahmin edip"* ifadesini kullanırken, benzer olarak diğer kontrol grubunda yer alan D14 *"Çalışmalar yapmışlardır ve sonunda düşüncelerini kanıtlayarak modelleme yapmışlardır"* şeklinde düşüncesini savunmuştur.

Teknoloji kodu altında toplanan dört (4) katılımcı, bilim insanlarının teknolojik gelişmeler yoluyla bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin olabildiklerini ifade etmişlerdir. Örneğin, A18 düşüncesini *"Birçok teknolojik alet kullanarak emin olabilirler. Örneğin; elektronik mikroskoplar sayesinde"* olarak açıklarken, A19 düşüncesini *"Eski çağlarda daha değişik atom modelleri ortaya atılmışken zaman ilerleyip teknoloji geliştikçe bu modeller daha doğru olmaya başlamıştır"* olarak ifade etmiştir.

Katılımcılardan ikisi (2) bilgi birikimi sayesinde atomun yapısı hakkında emin olabildiklerini belirtmiştir. Bu konuda örneğin A4 düşüncesini *"Bilim adamlarının bu konuya olan ilgilerinin yanı sıra aldıkları eğitimlerde bu kanılara varmasına yeterli bir sebeptir..."* olarak savunmuştur.

Son olarak bir katılımcı (D15) bilim insanlarının atomun yapısı hakkında görerek bilgi sahibi olduklarını ifade etmiştir. D15 düşüncesini *"...Görmüşlerdir"* olarak açıklamıştır.

Aşağıdaki Tablo 115, Tablo 116, Tablo 117 ve Tablo 118`de altıncı sorunun ikinci kısmı olan "Bilim insanları atomun yapısını belirlemek için ne tür kanıtlar kullanmış olabilirler?" sorusuna ilişkin katılımcıların vermiş oldukları cevaplara göre oluşturulan kodlar yer almaktadır. Tablolarda sırasıyla ön test deney ve kontrol grupları ile son test deney ve kontrol grupları ayrı ayrı incelenmiştir. Tabloların altlarında ise ortaya çıkan her bir kod ile ilgili olarak katılımcı ifadelerine yer verilmiştir.

Tablo 115. “Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısını belirlemek için ne tür kanıtlar kullanmış olabilirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	Hale, Ayşe, B13, B15, B22, B23, B28, Naz, C3, C16, Ata, C28, C30, C32
Modelleme / Benzetme	B5, B13, Aslı, B29, B30, C5, C8, C9, C11, C12, Ece, C16, C18, C21, C22, Ali, Ata, C26
Mikroskop	B3, B26, C7, C10, C22, C28, C33
Araştırma/ İnceleme	B4, B9, B19, B32, C4, C13, C15, C31
Teknoloji/ Aletler	B17, C29, C34
Gözlem/ Görme	B6, B13, Naz, C3, C16, Ata
Diğer	Asya, B18, B27, C1, C19, C24, C27

Tablo 115 incelendiğinde üç katılımcının (B25, B33, C6) sorunun cevabını bilmediklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bu katılımcılar dışında soruyu cevaplayan katılımcılar kullandıkları farklı ifadelere göre farklı kodlar altında toplanmıştır.

Tabloya göre katılımcılardan on dördü (14) bilim insanlarının atomun yapısını belirleyebilmek için deneyler yaptıklarını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan Hale *"Deneyler yapmışlardır..."*, Ayşe *"Deneyler yaparak, bilgilerini hipotezlerini doğrulamış kanıtlamışlardır"* ve C3 *"Öncelikle deneyler yapıyorlar, sonra gözlem, hipotez ve bu düşünceleri deneye döküyorlar"* şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan on sekizi (18) bilim insanlarının modelleme/ benzetme yoluyla atomun yapısına dair kanıtlar kullandıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin, C5 düşüncesini *"Bilimsel yöntem ve modellemeleri kullanmışlardır"* olarak açıklarken, B5 düşüncesini *"Tahminleri modellemek ve modelledikleri mantığın olasılığı fazla olduğu için bunu önümüze kanıt olarak kullanmış olabilirler"* şeklinde ifadeler kullanarak açıklamıştır.

Yedi (7) katılımcı bilim insanlarının mikroskop yardımıyla atomun yapısı hakkında kanıtlar elde ettiklerini belirtmiştir. Bu konuda düşünce belirten katılımcılardan B3 *"Mikroskoplarla kanıtlamayı kullanmışlardır"* ifadesini kullanırken, diğer deney grubunda yer alan C7 *"Mikroskoptan başka bir şey kullanmıyorlar"* ve C22 *"Mikroskoptan ... yararlanmış olabilir"* şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Bazı katılımcı ifadeleri (B4, B9, B19, B32, C4, C13, C15, C31) 'araştırma/ inceleme' kodu altında toplanmıştır. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan B4 *"Atomun en*

ince ayrıntısına girilerek atom araştırılır" ifadesini kullanırken, B9 *"...incelemişlerdir"* ve C4 *"...atomu incelerler"* ifadeleri ile düşüncelerini açıklamaya çalışmışlardır.

Katılımcılardan bazıları (B17, C29, C34) bilim insanlarının farklı teknolojik aletler kullandıklarını ve bu sayede atomun yapısı hakkında kanıtlar ortaya koyduklarını iddia etmiştir. Bu katılımcılardan, B17 düşüncesini *"İcat edilen aletler sayesinde kanıtlayabiliyorlar"* olarak açıklarken, C29 *"Teleskopun gösterdiğinden daha fazla ayrıntıyı gösteren aletler olabilir"* olarak açıklamıştır.

Katılımcılardan altısı (6) bilim insanlarının gözlemler yaptığını bu sayede atomun yapısı ile ilgili kanıtlar ortaya koyabildiklerini ifade etmiştir. Bu katılımcılardan B6 *"Gözlem..."* ifadesini kullanırken, B13 *"...Kanıt için deney ve gözlem olabilir"* ve Ata *"Deney ve gözlemlerini bilimsel işlemler..."* ifadelerini kullanmışlardır. B13 ve Ata'nın ifadelerine bakıldığında, katılımcıların kanıt olarak deney ve gözlemi birlikte kullandıkları görülmektedir. Bu ifadeler 'deney ve gözlem' olarak ayrı bir kod altında toplanmamış, katılımcılar hem deney hem de gözlem kodu altında gösterilmiştir.

Bazı katılımcı ifadeleri ise, herhangi bir kod altında toplanamamıştır. Fakat diğer taraftan kendi içlerinde bir ilişki içinde oldukları düşünülerek "diğer" kodu altına alınmışlardır. "Diğer" kodu altında yer alan katılımcılardan, C24 *"Bilimsel kanıtlar kullanırlar. Kanıtlanabilir düşünceler savunurlar"*; B18 *"Elektronların hızından protonların değişme özelliği olmamasından olabilir"*; Asya *"Atom parçacıklardan oluşmuştur. Bu mutlak bir değerdir. Ancak yerlerini bilmek incelik ister"* olarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Tablo 116. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısını belirlemek için ne tür kanıtlar kullanmış olabilirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	A2, A11, D8, D17, D26, D34
Modelleme / Benzetme Tahmin	A5, A6, A18, A17, A21, A27, A28, A32, D5, D10, D13, D21, D23, D33, D34
Mikroskop	A7, A12, A15, A19, A24, A26, D1, D7, D11, D17, D30
Teknoloji/ Aletler	A1, A14, D18
Gözlem	A13, D2, D7, D19, D22, D25, D31, D34
Diğer	A32, D3, D7, D14

Tablo 116 incelendiğinde dokuz (9) katılımcının (A22, A25, A35, D6, D15, D16, D20, D27, D29) sorunun cevabını bilmediklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bu katılımcılar dışında soruyu cevaplayan katılımcıların farklı ifadeler kullanmışlar ve bu ifadeler de farklı kodlar altında toplanmıştır.

Tablo 116`ya göre katılımcılardan altısı (6) deneyler yaparak bilim insanlarının atomun yapısını belirlemeye çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan D8 "*...Deney...*" ve D26 "*Deney yapmışlardır*" ve D17 "*...CERN gibi deney merkezlerinde kanıtlarlar*" ifadelerini kullanarak düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan on beşi (15) modelleme/ benzetmeler kullanarak bilim insanlarının atomun yapısına ilişkin kanıtlar ortaya koyduklarını belirtmişlerdir. Örneğin, A5 düşüncesini "*O zamanın şartlarına göre keke topa leblebiye vs. şeylere benzeterek geliştirmiş olabilirler*" olarak açıklarken, D21 düşüncesini "*Atomu modelleme yaparak, başka bir şekilde düşünerek böyle bir yapıda olduğunu bulmuştur*" şeklinde ifadeler kullanarak açıklamıştır.

On bir (11) katılımcı mikroskop kullanarak bilim insanlarının atomun yapısı hakkında kanıtlar elde ettiklerini belirtmiştir. Bu konuda düşünce belirten katılımcılardan A7 "*Elektro mikroskop kullanılır*" ifadesini kullanırken, A15 "*Mikroskop kullanmışlardır*" şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan bazıları (A1, A14, D18) bilim insanlarının farklı teknolojik aletler yoluyla kanıtlar elde belirtmiştir. Bu katılımcılardan, A1 "*Teknolojik aletleri kullanarak o zamanlar ise olan bilimsel araçlar ile...*", A14 "*Kendi çağındaki materyallerden yararlanarak...*" ve D18 "*...Cihazlarda onları incelemek...*" olarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Sekiz (8) katılımcı bilim insanlarının gözlemler yoluyla atomun yapısı ile ilgili kanıtlar ortaya koyabildiklerini belirtmiştir. Bu katılımcılardan D7 "*Gözlem ve incelemeler yapmışlardır*" ifadesini kullanırken, D19 "*Atomları, gözleyerek ve inceleyerek kanıtlamışlardır*" ve D25 "*Gözlemlerinden yararlanılarak*" ifadelerini kullanmışlardır. D7 ve D19`un ifadelerine bakıldığında, katılımcıların kanıt olarak gözlem ve incelemeyi birlikte kullandıkları görülmektedir. Bu ifadeler 'gözlem ve

inceleme' olarak ayrı bir kod altında toplanmamış, katılımcıların ifadeleri gözlem kodu altında gösterilmiştir.

Bazı katılımcı ifadeleri ise, herhangi bir kod altında toplanamamıştır. Fakat diğer taraftan kendi içlerinde bir ilişki içinde oldukları düşünülerek "diğer" kodu altına alınmışlardır. "Diğer" kodu altında yer alan katılımcılardan, A32 "*Tahminler üzere gitmişlerdir*"; A18 "*Evrenden örnek vererek ve bu örnekleri teorileriyle destekleyerek*"; D13 "*Hayattan örnekleriyle kanıtıyorlar*" olarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Tablo 117. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısını belirlemek için ne tür kanıtlar kullanmış olabilirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	Asya, B4, B7, Hale, Ayşe, B13, B15, B17, B19, Aslı, B21, B22, B24, B25, B27, B30, B33, B34, C6, C8, C10, C13, C15, C16, C19, C22, Ata, C27, C28, C32
Modelleme/ Benzetme	B14, Naz, B32, C11, Ece, C24, C30, C33, C34
Mikroskop	B3, C7, C17, Ali, C29
Bilgi Birikimi	B5, B9, C1, C2, C21, C22, C26, C31
Gözlem/ Görme	B17, B19
Araştırma	B6, B15, B28, C4
Hayal Gücü	B14, B29, C6, C12, Ece, C20, C21, C34

Tablo 117 incelendiğinde katılımcıların sorunun cevabını bilmedikleri ile ilgili bir olumsuz ifade kullanmadıkları görülmüştür. Bu katılımcılar dışında soruyu cevaplayan katılımcıların farklı ifadeler kullanmışlar ve bu ifadeler de farklı kodlar altında toplanmıştır.

Tablo 117'ye göre katılımcılardan otuz (30) bilim insanlarının deneyler yaparak atomun yapısını hakkında kanıtlar ortaya koyduklarını belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan Hale, "*Deney yapmışlardır. Atomu bölerek onun içinde daha küçük taneciklerin olduğunu bulmuşlardır*" ifadesini kullanırken, C27 "*Deneyler yaparak...*" ifadelerini kullanarak düşüncesini ortaya koymuştur. Diğer tarafta, bazı katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların bilim insanlarının deneyler yaptıklarını belirtirken örneklerini de beraberinde ortaya koydukları görülmektedir. Örneklerle görüşünü destekleyen katılımcılardan, B4 "*Deneyler yapılmıştır. Örneğin Rutherford alfa deneyi ile atom modelini açıklamaya ve bilgilerinin doğruluğunu test etmiştir. Neredeyse bütün bilim adamları deney ile atom modelini açıklamayı ve doğruluğunu*

test etmeyi denemiştir"; B13, "Deneyler en önemli kanıtlardır. (Yağ damlası deneyi, Rutherford deneyi)"; Aslı, "Alfa deneyi, yağ damlacıkları deneyi gibi deneyler yapmışlardır"; B25, "Bohr alfa deneyinde atomun boşluklu yapıda olduğu kanıtlamıştır. Proton= nötron bu bilgiden yola çıkarak nötronu buldu Rutherford" ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamaya çalışmıştır. Benzer görüş bildiren diğer deney grubunda yer alan katılımcılardan C10 düşüncesini "William Crocks atomun – ve + değerleri üzerinde çalıştı. Thomson kütleyi inceledi" olarak açıklarken, C16 düşüncesini açıklamak için "Alfa ışınları, gibi deneyler kanıtlar" ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan dokuzu (9) modelleme/ benzetme yoluyla bilim insanlarının atomun yapısına dair kanıtlar kullandıklarını ifade etmişlerdir. Örneğin Naz, "Mesela parçalanabilir mi sorusunu kağıtları parçalamamızı örnek gösterebiliriz. Günlük yaşantıdan faydalanmışlardır" ve B32 "Kağıdı parçalamaya çalışıp çok fazla bölünemediğini görünce atomun bölünemez olduğunu belirlemişlerdir" ifadeleriyle düşüncelerini açıklamaya çalışmışlardır. Katılımcı ifadelerinde yer alan örnek (kağıt parçaları etkinliği), atomun bölünebilirliği ile ilgili kısımda yapılan bir uygulamadır. Katılımcıların bu örneğin atomun yapısını açıklamak için kullanılabileceğini ifade ettikleri görülmüştür.

Beş (5) katılımcı mikroskop kullanarak bilim insanlarının atomun yapısı hakkında kanıtlar elde ettiklerini belirtmiştir. Bu konuda düşünce belirten katılımcılardan B3, "Çok fazla büyütülen mikroskoplarla atomu yavaşlatarak inceliyorlar..." ifadesini kullanırken, diğer deney grubunda yer alan Ali ve C29 da düşüncelerini sırasıyla, "Mikroskop görüntüleri"; "Elektron mikroskobu en iyi ve en güzel görüntüler verdiği için bu mikroskobu kullanmış olabilirler" olarak savunmuşlardır.

Katılımcılardan bazıları (B5, B9, C1, C2, C21, C22, C26, C31) bilim insanlarının eski bilgilerin üzerine yenileri eklenerek oluşan bilgi birikimi sayesinde atomun yapısı hakkında kanıtlar ortaya koyduklarını iddia etmiştir. Bu katılımcılardan, B5 düşüncesini "...önceki bilim adamlarının çalışmalarına bakarak ortaya yeni sonuçlar çıkarabilir" olarak açıklarken, B9 "Geçmişteki bilgileri kullanarak..." şeklinde açıklama yapmıştır.

Katılımcılardan ikisi (2) gözlemler yoluyla bilim insanlarının atomun yapısı ile ilgili kanıtlar ortaya koyabildiklerini ifade ederken (B17, "... gözlemler yaparak"); dört (4) katılımcı atomun yapısı ile ilgili bilim insanlarının araştırmalar yaptıklarını ifade etmiştir (B28, "Araştırmalar sonucu bulunan bilgileri sunarak").

Ön test uygulamasından farklı olarak katılımcı ifadelerine göre "hayal gücü" kodu oluşturulmuştur. Bu kod altına giren katılımcılardan B14, "*Çeşitli maddeleri uzun süreler inceleyip hayal güçlerini de ortaya katarak benzetmelerde bulunuyorlar*"; C6, "*...Hayal güçlerini kullanarak teori üretmişlerdir*"; C20, "*Yaratıcılıklarını kullanarak bulmuş olabilirler*" şeklinde ifadeler kullanarak görüşlerini savunmuşlardır.

Tablo 118. "Bilim İnsanlarının Atomun Yapısı Hakkındaki Kanıtları" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

6. Bilim insanları atomun yapısını belirlemek için ne tür kanıtlar kullanmış olabilirler?	
Kodlar	Katılımcılar
Deney	A1, A2, A3, A11, A12, A13, A15, A17, A23, A24, A25, A27, A29, A30, A33, A34, D4, D5, D7, D11, D16, D19, D24
Modelleme / Benzetme	A5, A19, A21, A23, D14
Mikroskop	A2, A14, A34, D7, D18, D28, D30, D32, D33
Teknoloji/ Aletler	A18, A19, A35, D1, D27
Gözlem/ Görme	A6, A14, A30, D2, D33
Araştırma	A16, A19, A20
Hayal Gücü	A27, D13
Diğer	A7, A8, A27, D2, D8, D10, D15, D20, D26

Tablo 118 incelendiğinde iki (2) katılımcının (D6, D29) sorunun cevabını bilmediklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bu katılımcılar dışında soruyu cevaplayan katılımcıların farklı ifadeler kullanmışlar ve bu ifadeler de farklı kodlar altında toplanmıştır.

Tablo 118'e göre katılımcılardan yirmi üçü (23) bilim insanlarının deneyler yaparak atomun yapısını belirlemeye çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan A17, "*...Deneyler yapmışlardır*"; A29, "*Atomu incelemişler. Deneyler yapmışlardır*";

D4, "*Deneylerle bence*" ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır. Diğer taraftan iki katılımcının da ifadesinde deney örneğine yer verdiği görülmüştür. Bu katılımcılardan A12, "*Altın levha deneyiyle maddenin boşluklu olduğunu öğrendiler...*" şeklinde ifade kullanırken, A15, "*Altın levha deneyi bunu kanıtlar...*" ifadesine yer vermiştir.

Beş (5) katılımcı bilim insanlarının modelleme/ benzetmeler kullanarak atomun yapısına hakkında kanıtlar ortaya koyduklarını belirtmişlerdir. Örneğin, A5 düşüncesini, *“Bazı maddelere benzeterek o örnekten yola çıkarak iyice geliştirilmiştir”* olarak açıklarken, D14 düşüncesini *“Ellerinde bulunan cisimlere benzetmiş sonunda da kanıtlamışlardır”* şeklinde ifadeler kullanarak açıklamıştır.

Katılımcılardan dokuzu (9) mikroskop kullanarak bilim insanlarının atomun yapısı hakkında kanıtlar elde ettiklerini belirtmiştir. Bu konuda düşünce belirten katılımcılardan A14, D18 ve D30 düşüncelerini sırasıyla, *“...Gözleriyle göremezler. Mikroskopla görülür”*; *“Mikroskopla incelemişlerdir”*; *“Mikroskop kullanmışlardır”* şeklinde savunmuşlardır.

Katılımcılardan bazıları (A18, A19, A35, D1, D27), bilim insanlarının farklı teknolojik aletler yoluyla kanıtlar elde ettiğini belirtmiştir. Bu katılımcılardan, A35 düşüncesini *“Kullandıkları aletler, malzemeler vs. ile...”* olarak açıklarken, diğer kontrol grubunda yer alan D1 düşüncesini *“O dönemin teknolojisiyle bazı araçlar kullanıp atomu incelemişler ve fikirler üretmişlerdir”* cümlesini kullanarak açıklamıştır.

Katılımcılardan beşi (5) yaptıkları gözlemler yoluyla bilim insanlarının atomun yapısı ile ilgili kanıtlar ortaya koyabildiklerini belirtmiştir. Bu katılımcılardan A6, *“Kendi gözlemlerine göre kendilerinin yaptığını doğru sayarak bu şekilde yapmışlardır”* ifadesini kullanırken, D33 *“...gözlemler kullanıyorlardır”* ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bir kısmı (A6, A14, A30, D2, D33) atomun yapısı ile ilgili bilim insanlarının araştırmalar yaptıklarını ifade ederken (örneğin A16, *“Araştırma sonuçları ve atomun özellikleri”*), diğer bir kısmı ise (A27, D13) "hayal gücü" kodu altında girecek ifadeler kullanmıştır (örneğin A27, *“Deneysel kanıtlar daha çok. Hayal ederler, düşünürler ona göre kanıtlar bulabilirler”*).

Altıncı soru “bilimsel bilginin değişebilir doğası”; “bilimsel bilgilerin deney ve gözlemlerden oluşması”; “bilimsel bilginin mantıksal çıkarımlara dayalı olması” ve “hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi” olmak üzere bilimin doğasına ait dört farklı boyut açısından incelenmiştir. Bilimin doğasına ait boyutlar ile ilgili ayrı ayrı tablolar oluşturulmuş ve incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla bu boyutların incelendiği Tablo 119, Tablo 120, Tablo 121 ve Tablo 122 yer almaktadır. Bu tablolarda katılımcıların acemi

(naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) kategorilerinden hangisinde yer aldığı görülmektedir.

Tablo 119. “Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	58	Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, Aslı, B21, B22, B24, B27, B28, B29, B30, Naz, B32, B33, B34, C1, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C13, Ece, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C22, Ali, C24, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34	Acemi	62	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34
Orta seviye	8	B23, B25, C2, C10, C11, C12, C21, Ata	Orta seviye		
Uzman			Uzman		

Tablo 120. “Bilimsel Bilgilerin Deney ve Gözlemlerden Oluşması” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	13	B11, B14, B23, B28, B29, B32, C7, C13, Ece, C17, C18, C30, C31	Acemi	28	A4, A5, A7, A8, A14, A16, A18, A19, A22, A24, A29, A30, A31, A34, A35, D4, D6, D10, D11, D12, D14, D15, D18, D23, D27, D29, D30, D33,
Orta seviye	40	Asya, B3, B5, B6, B7, Hale, B10, B15, B16, B17, B19, B21, B22, B27, B30, Naz, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C9, C11, C12, C15, C19, C20, C21, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C28, C29, C32, C33, C34	Orta seviye	34	A1, A2, A3, A6, A11, A12, A13, A15, A17, A20, A21, A23, A25, A27, A28, A33, D1, D2, D3, D5, D7, D8, D9, D13, D16, D17, D19, D24, D25, D26, D28, D31, D32, D34
Uzman	13	B4, B9, Ayşe, B13, B18, Aslı, B24, B25, B33, B34, C8, C10, C16	Uzman		

Tablo 121. “Bilimsel Bilginin Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Olması” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	52	B3, B4, B5, B6, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B14, B15, B16, B17, B18, Aslı, B21, B22, B23, B24, B27, B28, B29, B30, B33, B34, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, Ece, C15, C16, C17, C18, C19, C22, Ali, C24, C27, C28, C29, C32, C33,	Acemi	54	A1, A2, A3, A4, A5, A7, A8, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D17, D18, D19, D23, D24, D25, D27, D29, D30, D31, D32, D33, D34
Orta seviye	8	B7, C20, C21, Ata, C26, C30, C31, C34	Orta seviye	8	A6, A11, A20, D1, D7, D16, D26, D28,
Uzman	6	Asya, B13, B19, B25, Naz, B32	Uzman	-	-

Tablo 121’de bilimsel bilginin oluşturulmasında hayal gücü ve yaratıcılığın etkisine ilişkin katılımcı görüşleri kategorilere ayrılarak sunulmuştur. Bilimsel bilginin ortaya çıkması ve gelişimi doğadaki olayların gözlenmesinin yanı sıra, bilim insanının yaratıcılık ve hayal gücünü de yansıtır. Bilimin temel ögesi insan olduğundan, bilimin alanına giren keşifler, çalışmalar ve diğer çalışmalarda bilim insanının yaratıcılık ve hayal gücünün izlerini hissetmek mümkündür. Bir bilimsel çalışmada veri toplama aşaması dışındaki tüm aşamalarda (araştırmayı planlama ve tasarlama ile verilerin toplanması aşamasından sonra) yaratıcılık ve hayal gücü etkilidir. Veri toplama aşamasında ise toplanan veriler nesnel olduğunda yaratıcılık ve hayal gücünün etkisinden bahsedilemez (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2009, s.19). Ancak, veri toplama aşamasında, veri toplama yolları açısından düşünüldüğünde yaratıcılık ve hayal gücünün etkisi olduğu ifade edilebilir. Tablo 122’de hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi ile ilgili katılımcı görüşleri kategorilere ayrılmış ve hangi katılımcının hangi kategori altında yer aldığı belirtilmiştir.

Tablo 122. "Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-6)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	52	Asya, B3, B4, B5, B6, B7, Hale, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B15, B17, B18, B19, Aslı, B21, B22, B23, B25, B27, B28, B30, Naz, B33, B34, C1, C3, C4, C5, C7, C8, C9, C10, C11, C13, C15, C16, C17, C18, C19, C22, Ali, Ata, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33,	Acemi	61	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34
Orta seviye	14	B14, B16, B24, B29, B32, C2, C6, C12, Ece, C20, C21, C24, C26, C34	Orta seviye	1	A27
Uzman			Uzman		-

Altıncı soru son olarak "hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi" boyutu açısından incelenmiş; acemi, orta seviye ve uzman olarak kategorilere ayrılmıştır. Burada bilimsel bilginin ortaya çıkmasında ve gelişiminde bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olduğu ile ilgili görüş bildirmeyen katılımcılar 'acemi', etkili olduğunu ifade ederken düşüncesini örneklerle savunmayan katılımcılar 'orta seviye', düşüncelerini örneklerle savunanlar ise 'uzman' kategorisi altında toplanmıştır. Buna göre, deney grubunda yer alan elli iki (52) katılımcının, kontrol grubunda ise altmış bir (61) katılımcının acemi kategorisinde; yine deney grubunda on dört (14) katılımcının kontrol grubunda ise bir (1) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Ayrıca, deney ve kontrol grubunda uzman kategorisi altına giren herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır.

4.1.4.7. VNOS-C Yedinci Soruya İlişkin Bulgular

Katılımcılara "Bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmelerinin nedenleri nelerdir?" sorusu sorulmuş ve katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda kodlar oluşturulmuştur. Aşağıdaki Tablo 123, Tablo 124, Tablo 125 ve

Tablo 126`da katılımcıların ilgili soruya verdikleri cevaplar doğrultusunda oluşturulan kodlar ve kodlar altında hangi katılımcıların yer aldığı gösterilmiştir.

Tablo 123. “Aynı Veri Farklı Sonuç” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

7. Bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmelerinin nedenleri nelerdir?	
Kodlar	Katılımcılar
Farklı Düşünce	B1, B4, B5, B6, Hale, B10, B14, B15, B19, B21, B22, B24, Naz, B32, B33, C2, C5, C6, C7, C10, C12, C13, Ece, C15, C16, C17, C19, C20, C22, C24, C28, C32, C33, C34
Hayal Güçleri	Asya, B3, B13, B15, B18, B21, B27, B32, C1, C9, C21
Farklı Çalışmalar	B17, Aslı, B30, C2, C11, C17
Farklı Deliller/ Gözlem	B29, C2, C3, C4, C8, Ata, C29,
Farklı çevre	B28, C18, C30, C31

Katılımcılardan üçü (B7, B9, Ayşe) soru ile ilgili bilmiyorum cevabını verirken, diğer cevap verenlerin farklı düşünceler ortaya koydukları görülmüştür. Tablo 123`e göre farklı düşünce kodu altına giren otuz dört (34) katılımcı bulunmaktadır. Katılımcı düşüncelerine bakıldığında katılımcıların 'bakış açısı, fikir' şeklindeki ifadeleri de "farklı düşünce" kodu altında toplanmıştır. Örneğin, B4 "*Farklı fikirler farklı sonuçlara yer açar*"; B24 "*Öncelikle insanız ve insanlar fikir zenginlikleri ile diğer canlılardan farklıdır...*" ve Ece "*...bilime doğru yönelen farklı bakış açıları bulunmaktadır*" şeklinde açıklamalar yapmışlardır.

Katılımcılardan on biri (11) aynı verilerden farklı sonuçlar elde edilmesinde hayal gücünün etkili olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcılardan B3 düşüncesini "*Tarihte insanlar olayları tekrar yaşayamayacağı için kendi hayal güçlerini de katarlar ve bu şekilde farklı sonuçlar çıkar*" olarak açıklarken, C9 düşüncesini "*Çünkü her insanın hayal gücü farklıdır...*" olarak açıklamıştır.

Katılımcılardan bazıları (B17, Aslı, B30, C2, C11, C17) 'farklı çalışma' kodu altında toplanmıştır. Katılımcı ifadelerine bakıldığında katılımcıların bir araştırma aşamasında yer alan basamaklarla ilgili ifadeler kullandıkları görülmüştür. Bu katılımcılardan Aslı "*Ölçme aletlerine...bağlı değişebilir*" ifadesini kullanırken, C11 "*Birincide bilim adamları hipotezden yararlanmış, ikinci de ise bilim adamları formüllerden yararlanmış*" ifadesine yer vermiştir.

Yedi (7) katılımcı bilim insanlarının farklı deliller, kalıntılar veya bulgular elde ettiklerini bu sayede de farklı sonuçlara ulaştıklarını belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan C3 düşüncesini *"Ellerindeki delillerden yararlanırlar"* olarak açıklarken, Ata düşüncesini *"Ellerindeki delillerin farklılaştığı için ve tam bir şeye evet derken farklı bir delil olduğu için ya da neye inanmak istiyorlarsa onu yapıyor"* olarak açıklamıştır.

Katılımcılardan dördü (B28, C18, C30, C31) bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmesini farklı doğa olaylarına bağlamışlardır. Örneğin, C18 *"Çünkü her iki fikirde de dinazorlar kendiliğinden bir şey yapmamışlardır. Başka doğa unsurları veya olayları sonucunda yok olmuştur"* ve C30 *"O zamanın şartlarına bakılarak doğal çevreye bakılabilir"* şeklinde açıklamalar yapmışlardır.

Tablo 124. "Aynı Veri Farklı Sonuç" Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

7. Bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmelerinin nedenleri nelerdir?	
Kodlar	Katılımcılar
Farklı Düşünce	A5, A6, A7, A9, A10, A12, A14, A15, A20, A21, A23, A25, A31, A35, D3, D5, D6, D7, D10, D12, D13, D15, D16, D18, D19, D26, D27, D28, D29, D30, D33
Hayal Güçleri	A12, A15, A18, A27, D14
Farklı Çalışmalar	A2, A6, A13, A17, D4, D21, D24
Farklı Deliller/ Gözlem	A11, A19, D1, D9, D25, D31
Farklı çevre	A2, A16, A19, D17, D29
Diğer	A1, A3, D2, D23

Tablo 124 incelendiğinde katılımcılardan altısı (A22, D8, D17, D18, D29, D34) soru ile ilgili bilmediklerini ifade ettikleri görülmektedir. Yine Tablo 124'e göre otuz bir (31) katılımcının farklı düşünce kodu altına girdiği görülmüştür. Katılımcıların farklı ifadeleri de (yorum farkı, farklı bakış açısı) ilişkili olduğu veya benzer anlama geldiği düşünüldükten bu kod altında değerlendirilmiştir. Bu yönde düşünce belirten katılımcılardan A6 *"...biraz da kendi düşüncelerini ortaya katmış olabilirler..."*; A10 *"Bu farklı sonuçların sebebi belki adamların olaya bakış açısı değişiktir"* ve D15 *"İnsanların görüşü farklıdır"* şeklinde açıklamalar yapmışlardır.

Beş (5) katılımcı aynı verilerden farklı sonuçlar elde edilmesinde hayal gücünün etkili olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcılardan A15 *"Çünkü o çağa gidip"*

öğrenemeyeceğimiz ve gözlem yapamayacağımız için hayal kurmuş tahmin etmişlerdir", A18 "Farklı hayal güçlerini kullandıklarından dolayı" ve D14 "İki bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığı farklıdır" şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan yedisi (7) ifadelerinde araştırma ve süreç ile ilgili ifadeler bulunduğundan 'farklı çalışma' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan A17 "... farklı yolları kullanabilir" ifadesini kullanırken, D4 "Farklı şekilde araştırma yapmışlardır" ifadesini kullanmıştır.

Katılımcılardan bazıları (A11, A19, D1, D9, D25, D31) ifadelerinde 'kalıntı, bulgu' kavramlarını kullanmışlar ve bu ifadeler "Farklı Deliller/ Gözlem" kodu altında toplanmıştır. Örneğin, D1 "Elde edilen farklı bulgulardan kaynaklanıyor olabilir" ve D9 "Dünyada bıraktıkları kalıntılardan yola çıkarak" ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcılardan bazıları (A2, A16, A19, D17, D29) doğa olaylarının ve yaşanan çevrenin bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmesine yol açtığını ifade etmişlerdir. Örneğin, A16 "Her bölgede yaşanan olayların farklılıkları olduğu için iki sonuca da ulaşılır" şeklinde düşüncesini savunurken, D29 "Doğa şartları ve düşünme özgürlüğüyle" ifadesini kullanmıştır.

Tablo 125. "Aynı Veri Farklı Sonuç" Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

7. Bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmelerinin nedenleri nelerdir?	
Kodlar	Katılımcılar
Farklı Düşünce	B1, B4, B5, Hale, B9, B10, Ayşe, B13, B14, B15, B18, Aslı, B21, B23, B24, B29, B30, Naz, B32, C3, C4, C7, C10, C12, C13, C17, C19, C20, Ata, C27, C28, C30, C32, C33
Hayal Güçleri	Asya, B3, B6, Hale, B9, B10, B13, B14, B15, B17, B18, B19, Aslı, B21, B22, B27, B28, B29, Naz, B32, C2, C4, C5, C6, C9, C12, C15, C16, C21, C22, Ali, C24, C27, C28, C31, C32, C33, C34
Farklı Çalışmalar	B7, Naz, B33, C4, C6, C8, C11, Ece, C17, C28, C30, C32
Farklı Deliller/ Gözlem	B11, B26, B27, C2, C6, C34
Farklı Çevre	Hale, B32, C1, Ece, C21, C26
Bilim İnsanı	C11, Ece

Tablo 125 incelendiğinde soru ile ilgili bilmediklerini ifade eden katılımcı bulunmadığı görülmüştür. Tabloya göre otuz dört (34) katılımcının farklı düşünce kodu altına girdiği görülmüştür. Örneğin, B24 düşüncesini "...Bilimle uğraşan kişiler

farklı fikirler ortaya koyarak hipotez ortaya koymuş. Bu yüzden farklı sonuçlar ortaya çıkarmış” olarak düşüncesini savunmuştur. Diğer taraftan bazı katılımcıların ifadelerinde bilim insanları ile ilgili hem farklı düşünce hem de hayal gücü vurgusu yaptıkları görülmüştür. Bu katılımcıların ifadeleri ayrı bir kod altında toplanmayıp, iki kod altında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu konuda görüş bildiren B13 düşüncesini “Herkesin hayal gücü, düşünme yapısı, olaya bakış açısı farklıdır. Bir konu, herkeste farklı boyutta çağrışımlar yapabilir” olarak ifade ederken; B21, “Her insanın farklı fikirleri ve hayal güçleri vardır. Eğer herkes aynı düşünseydi zaten bilim alanı başta olmak üzere insanlık gelişemezdi. Bu yüzden insanlar aynı verileri kullansa da farklı sonuçlar çıkarabilirler” ve C27 “Düşünce yapıları farklı, hayal güçleri farklıdır” ifadelerini kullanmışlardır.

Katılımcılardan otuz sekizi (38) aynı verilerden farklı sonuçlar elde edilmesinde hayal gücünün etkili olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcılardan Asya, “Hayal gücü ile mümkün olur. İnsanlar düşünemedikleri bir şeyi insanlığa sunmazlar. Düşünür, yaratır, kullanır ve sunarlar” ve C9, “Hayal güçleri sayesinde farklı sonuçlar bulmuşlardır” açıklamalarında bulunmuşlardır.

Katılımcılardan on ikisi (12) ifadelerinde bilim insanlarının farklı araştırmalar yaptıkları ve farklı çalışmalar yürüttükleri için aynı veriden farklı sonuçlar elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan B7, “Aynı verileri kullanıyorlar ama etrafından topladıkları ve yaptıkları çalışmalar farklı oluyor. Yok oldukları düşünülen bölgede volkan parçacıklarına rastladıkları zaman o yönde düşünüyorlar ama diğer gök taşının verdiği hasarlara rastladıklarından öyle düşünüyorlar” ifadesini kullanırken, C17 “... aynı verileri kullansalar da farklı bir yol izlemişlerdir” şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Katılımcılardan bazıları (B11, B26, B27, C2, C6, C34) ifadelerinde 'kalıntı, bulgu' kavramlarını kullanmışlar ve bu ifadeler "Farklı Deliller/ Gözlem" kodu altında toplanmıştır. Örneğin B27, “İnsanların hayal güçleri ya da buldukları bulgular farklıdır” ve C6, “Hayal güçleri sayesinde ve kalıntılar, deneyler sayesinde” şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan altısı (6) bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmesinde doğa olaylarının ve yaşanan çevrenin etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Örneğin, Hale “... yaşadıkları çevre ...”, Ece “deneyin yapıldığı yere...göre değişkenlik gösterir” ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcı ifadelerinden yola çıkılarak ön testte yer almayan "bilim insanı" kodu oluşturulmuştur. Katılımcılardan ikisi (C11, Ece) aynı veriden farklı sonuçlar elde edilmesinin kişilerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu konuda görüş bildiren C11 ve Ece düşüncelerini sırasıyla, “... deney yapan kişilerden kaynaklanır”; “Bir bilginin değişmesi o deneyi yapan kişiye,...göre değişkenlik gösterir” olarak açıklamışlardır.

Tablo 126. “Aynı Veri Farklı Sonuç” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

7. Bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmelerinin nedenleri nelerdir?	
Kodlar	Katılımcılar
Farklı Düşünce	A2, A9, A10, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A23, A25, A27, A28, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D5, D6, D7, D12, D14, D16, D20, D26, D27, D28, D30, D33
Hayal Güçleri	D4, D13, D19, D21
Farklı Çalışmalar	A6, A9, D1, D3, D9, D32
Farklı Deliller/ Gözlem	A1, A7, A8, D7
Farklı Çevre	A4, A5, A11, D3, D24
Diğer	A3, A21, A29, D2

Tablo 126 incelendiğinde katılımcılardan ikisi (A22, A24) soru ile ilgili bilmediklerini ifade ettikleri görülmektedir. Yine tabloya göre katılımcılardan otuz dördünün (34) farklı düşünce kodu altına girdiği görülmüştür. Katılımcıların farklı ifadeleri de (yorum farkı, farklı bakış açısı) ilişkili olduğu ve benzer anlama geldiği düşünülerek bu kod altında değerlendirilmiştir. Bu yönde düşünce belirten katılımcılardan A10, “Bu bilim adamlarının olayı değişik taraftan bakabilirler bunun sonucunda da iki farklı sonuçlar elde edilebilir”; D20, “İnsanlar farklı düşünüp farklı fikir sahibi olurlar” ve D26, “Sebepler kesin olarak belli olmadığı için bilim adamları yorumlarda bulunmuşlardır” şeklinde açıklamalar yapmışlardır.

Katılımcılardan dördü (4) hayal gücünün aynı verilerden farklı sonuçlar elde edilmesine sebep olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcılardan D13, “Hayal gücü,...” şeklinde düşüncesini savunurken, D19 düşüncesini “Hayal güçleri ve yaratıcılıkları farklı olduğu için” şeklinde savunmuştur.

Katılımcılardan bazıları (A6, A9, D1, D3, D9, D32) ifadelerinde araştırma ve araştırma süreci ile ilgili ifadeler bulunduğundan 'farklı çalışma' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan D1, *“Farklı ... araştırmalar yaptıkları için”* ifadesini kullanırken, D32 *“Kullandığı malzemelerden veya yöntemlerden dolayı farklı sonuç elde etmiş olabilirler”* ifadesine yer vermiştir.

Dört (4) katılımcı ifadelerinde 'kalıntı, bulgu, gözlem' kavramlarını kullanmışlar ve bu ifadeler *“Farklı Deliller/ Gözlem”* kodu altında toplanmıştır. Örneğin, D7 düşüncesinde *“Bunlar birer hipotez, yani olasılık, o dönemde yaşamadığımız için kesin bir bilgi yoktur. Aynı bilginin içindeki farklı ayrıntılar çeşitli hipotezleri oluşturur”* şeklinde farklı ayrıntılar olduğuna dikkat çekmiş ve bu durum farklı bulgu kodu altında değerlendirmiştir.

Katılımcılardan beşi (5) yaşanan çevre ve koşulların bilim insanlarının aynı veriyi kullanarak farklı sonuçlar elde etmesine yol açtığını ifade etmişlerdir. Örneğin A4, *“Araştırma yaptıkları bölgelerin farklılıkları da fikir ayrıcalıkları yaşatabilir”*; A11, *“Durum ve koşullara göre tepkiler değişir”* ve D24 *“İkisi de farklı mekan ve zamanda inceleme yapmış olabilir”* ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Yedinci soru *“bilim insanının değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi”*; *“sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkisi”* ve *“hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi”* olmak üzere bilimin doğasına ait üç farklı boyut açısından incelenmiştir. Bilimin doğasına ait boyutlar ile ilgili ayrı ayrı tablolar oluşturulmuş ve incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla bu boyutların incelendiği Tablo 127, Tablo 128 ve Tablo 129'da yer almaktadır. Bu tablolarda katılımcıların acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) kategorilerinden hangisinde yer aldığı görülmektedir.

Bilimsel bilgi öznel ve teori kökenlidir. Bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar, onların beklentilerinden, bilgi birikimlerinden, ilgi alanlarından, aldıkları eğitimden etkilenir (Abd-El-Khalick, 2001). Aynı verilerle çalışan bilim insanları farklı sonuçlar elde edebilir. Bu farklı sonuçlarda bilim insanlarının bireysel farklılıklarının etkisi vardır. Tablo 127'de bilim insanlarının özelliklerinin bilime etkisi ile ilgili katılımcı görüşleri kategorilere ayrılmış ve hangi katılımcının hangi kategori altında yer aldığı belirtilmiştir.

Tablo 127. “Bilimsel Bilginin Değişim ve Gelişimine Bilim İnsanın Etkisi” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-7)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
Acemi	26	Acemi	45
	Asya, B6, B11, Ayşe, B17, B18, B19, Aslı, B25, B26, B28, B33, B34, C2, C3, C5, C6, C8, C9, C15, C16, C18, C22, Ali, C24, C28,		A1, A2, A3, A4, A5, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A15, A16, A18, A19, A21, A22, A25, A28, A29, A30, A31, A33, A34, D2, D3, D4, D5, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D19, D24, D27, D28, D29, D30, D32, D34
Orta seviye	37	Orta seviye	12
	B1, B3, B5, Hale, B9, B10, B13, B14, B15, B22, B23, B24, B27, B29, B30, Naz, B32, C1, C4, C7, C10, C11, C12, C13, Ece, C17, C19, C20, C21, C26, C27, C29, C30, C31, C32, C33, C34		A6, A10, A14, A17, A20, A23, A27, A35, D1, D6, D26, D33,
Uzman	4	Uzman	-
	B4, B7, B21, Ata		

Yedinci soru “bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi” boyutu açısından incelenmiş; acemi, orta seviye ve uzman olarak kategorilere ayrılmıştır. Katılımcı ifadelerine göre, bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisinden bahsetmeyenler "acemi"; bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisinden bahsettiği halde düşüncesini örneklerle destekleyemeyenler "orta seviye" kabul edilmiştir. Ayrıca bilimsel bilginin değişim ve gelişiminde; bilim insanının bilgi birikimi, uzmanlık alanı, aldığı eğitim, ilgi alanları, değerleri gibi faktörlerin etkili olduğunu (öznel) ifade edip, düşüncesini örneklerle destekleyenler "uzman" kategorisi altında toplanmıştır. Buna göre, deney grubunda yer alan yirmi altı (26) katılımcının, kontrol grubunda ise kırk beş (45) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi olduğunu ifade etmelerine rağmen, düşüncelerini destekleyecek örnekler kullanmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan deney grubunda otuz yedi (37) katılımcının kontrol grubunda ise on iki (12) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Ayrıca deney grubunda yer alan bazı katılımcılar (B4, B7, B21, Ata) bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının etkili olduğunu belirtmiş ve düşüncesini bir örnekler ile savunduklarından 'uzman' kategorisine alınmıştır. Diğer

tarafından kontrol grubunda yer alan katılımcılardan 'uzman' kategorisinde yer alan herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır.

Bilimsel bilginin ortaya çıktığı toplumdaki insan hakları, politikalar, sosyoekonomik etkenler, felsefe, din anlayışı, kültür yapısı, bilime bakış gibi etkenler bilimsel bilginin gelişimini etkiler (Abd-El-Khalick, 2001). Tablo 128'de sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkisi ile ilgili katılımcı görüşleri kategorilere ayrılmış ve hangi katılımcının hangi kategori altında yer aldığı belirtilmiştir.

Tablo 128. “Sosyal ve Kültürel Değerlerin Bilime Etkisi” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-7)

Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Kategori	f	Kategori	f
Acemi	61	Acemi	57
	B1, Asya, B3, B4, B5, B6, B9, B10, B11, Ayşe, B13, B14, B15, B17, B18, B19, Aslı, B21, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, Naz, B34, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34		A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D19, D24, D26, D27, D28, D29, D30, D32, D33, D34
Orta seviye	6	Orta seviye	
Uzman		Uzman	-

Yedinci soru “sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkisi” boyutu açısından incelenmiş; acemi, orta seviye ve uzman olarak kategorilere ayrılmıştır. Katılımcı ifadelerine göre, bilimsel bilginin değişim ve gelişiminde ortaya çıktığı toplumun sosyal ve kültürel değerlerinin etkisinden bahsetmeyenler “acemi”; bilimsel bilginin değişim ve gelişiminde ortaya çıktığı toplumun sosyal ve kültürel değerlerinin etkisinden bahsettiği halde düşüncesini örneklerle destekleyemeyenler “orta seviye”, düşüncesini örneklerle destekleyenler “uzman” kategorisi altında toplanmıştır. Buna göre, deney grubunda yer alan altmış bir (61) katılımcının, kontrol grubunda ise elli yedi (57) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Sayısal değerlere bakıldığında kontrol grubunun ilgili soru ile ilgili daha geçerli cevaplar verdikleri düşünülebilir, kontrol grubunda daha az sayıda katılımcı acemi kategorisine girmekle birlikte çok sayıda katılımcının ilgili soruyu cevaplayamadığı (12 katılımcı) tespit

edilmiştir. Buna ek olarak, deney grubunda altı (6) katılımcı orta seviyede yer alırken, kontrol grubunda yer alan katılımcılardan 'orta seviye' kategorisinde yer alan herhangi bir katılımcı bulunmamaktadır.

Yedinci soru aynı zamanda “Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi” boyutu açısından da incelenmiştir. Tablo 129`da hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi ile ilgili katılımcı görüşleri kategorilere ayrılmış ve hangi katılımcının hangi kategori altında yer aldığı belirtilmiştir.

Tablo 129. “Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-7)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	30	B1, B4, B5, B7, B11, Ayşe, B23, B24, B25, B26, B30, B33, B34, C1, C3, C7, C8, C10, C11, C13, Ece, C17, C18, C19, C20, Ata, C26, C29, C30, C33,	Acemi	57	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D24, D26, D27, D28, D29, D30, D32, D33, D34
Orta seviye	36	Asya, B3, B6, Hale, B9, B10, B13, B14, B15, B17, B18, B19, B21, B22, B27, B28, B29, Naz, B32, C2, C4, C5, C6, C9, C12, C15, C16, C21, C22, Ali, C24, C27, C28, C31, C32, C34	Orta seviye		
Uzman	1	Aslı	Uzman		

4.1.4.8. VNOS-C Sekizinci Soruya İlişkin Bulgular

Katılımcılara bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanılıp kullanılmadığı konusundaki düşünceleri sorulmuştur. Yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirten katılımcılara bilim insanlarının hangi aşamada kullandıkları sorulmuş ve buna göre katılımcı ifadeleri kodlar altına alınmıştır. Birinci basamak olan 'araştırmayı planlama ve tasarlama', 1 olarak kodlanmış; ikinci basamak olan 'veri toplama', 2 olarak kodlanmış; üçüncü basamak olan 'verileri toplama aşamasından sonra', 3 olarak kodlanmış ve son olarak üçünde de kullanıldığını düşünenler ise 'hepsi' kodu altında toplanmıştır. Buna ek olarak, farklı birleşimlerde yine sayılarla ifade

edilmiştir. Örneğin 'araştırmayı planlama ve tasarlama' ile 'veri toplama' aşamasında kullanıldığını düşünenler için “1-2” kodu oluşturulmuştur. Aşağıdaki Tablo 130, Tablo 131, Tablo 132 ve Tablo 133`de katılımcıların ilgili soruya verdikleri cevaplar doğrultusunda oluşturulan kodlar ve kodlar altında hangi katılımcıların yer aldığı gösterilmiştir.

Tablo 130. “Yaratıcılık ve Hayal Gücü” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Hepsi	B3, B4, Hale, B13, B14, B17, B25, B27, B33, C1, C2, C3, C5, C6, C7, C16, C17, C18, Ali, C30, C31, C34,
1	B1, B6, B9, B15, Aslı, B23, B29, B32, B34, C4, C12, C15, C20, C22, C32, C33
2	Ata
1-2	Asya, Ayşe,
1-3	B5, B7, B10, B18, B19, B21, B24, B28, C9, C10, C21, C24, C26, C27, C28,

Katılımcılardan altısı (B22, Naz, C8, C11, C13, C19) bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanmadıklarını ifade ederken, soruyu cevaplayan diğer katılımcıların bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirttikleri görülmüştür. Tablo 130`a göre yirmi iki (22) katılımcı bütün araştırma basamaklarında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, B4 “*Bilim adamları meraklı, hayal gücü yüksek ve araştırmacıdır yani bunlar bilim adamında en önemli olan özelliklerdir. Buna örnek olarak bütün evreni düşünerek hareket ederler*”; C1 “*Bir bilim adamı hayal kullanmıyorsa yaptığı şeyi başaramaz. Hayal kurmak bir hipotez gibi sonuçlarını hayal ederlerse daha iyi bir gelişme kaydedebilir*”; C2 “*Planlama tasarlama yaparken kendi düşüncelerini kullanır. Veri toplarken kendine yakın olan veriyi seçer. Veri toplama aşamasından sonra çalışmasına kendi yön verir*” ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcılardan bazıları (B1, B6, B9, B15, Aslı, B23, B29, B32, B34, C4, C12, C15, C20, C22, C32, C33) sadece 'araştırmayı planlama ve tasarlama' aşamasında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, Aslı “*Araştırmayı planlama ve tasarlama aşamasında hayal gücünü kullanabilir*” şeklinde açıklama yaparken, C12 “*Araştırmayı planlama ve tasarlama aşaması çünkü daha geniş düşünürse ve farklı yollar denerse belki doğru sonuca ulaşır*” açıklamasında bulunmuştur.

Katılımcılardan sadece Ata bilim insanlarının 'veri toplama' aşamasında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtirken (*“Veri toplamada verileri farklı bakış açısında değerlendirmek hayal gücünü gerektirir”*), iki katılımcı da (Asya, Ayşe) '1-2' kodu altında toplanmış ve bu katılımcılardan Asya düşüncesini *“Tasarlamak hayal gücü ister. Verileri toplamak yaratıcılık ister”* olarak açıklamıştır.

On beş (15) katılımcı ise, '1-3' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan, B18 *“Araştırmayı planlarken kendi mantığın farkını ortaya koyup ilginç ve gerçek bir plan bulmalıdır. Verileri topladıktan sonra kendi mantığını olabildiğince doğru şekilde ortaya koyup var olan bilgiyi çürütmelidir”*; C24 *“Tasarım yapmak hayal gücü kullanmayı gerektirir. Verileri topladıktan sonra ise devamının gelmesi buna bağlıdır”*; C28 *“Araştırmayı planlarken nasıl bir yol izleyeceklerini ve hangi düşünceyi destekleyeceklerine bu sayede karar verirler. Toplamadan sonra o verileri kullanırken hayal güçlerini kullanırlar”* şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Tablo 131. “Yaratıcılık ve Hayal Gücü” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Hepsi	A1, A17, A21, A22, A23, A24, A26, A27, A28, D2, D3, D6, D10, D13, D18, D20, D21, D22, D24, D27, D34
1	A2, A4, A6, A8, A10, A11, A15, A18, A25, A26, A31, A33, A35, D4, D5, D7, D16, D23, D25, D26, D31, D33
3	A16, A34, D17
1-2	A3, A5, D8
1-3	A19, D12, D14, D28, D29, D30

Tablo 131 incelendiğinde dokuz katılımcının (A7, A9, A12, A13, A14, D1, D9, D11, D19) bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanmadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Tabloya göre soruya cevap veren diğer katılımcılardan yirmi biri (21) bütün araştırma basamaklarında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, A1 *“Mümkün olan her yerde kullanırlar veya çevreyi gözlemler”* şeklinde açıklama yaparken, D13 *“Hepsinde. Hayal etmeden hiçbir şey olmaz”* ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamıştır.

Katılımcılardan bir kısmı (A2, A4, A6, A8, A10, A11, A15, A18, A25, A26, A31, A33, A35, D4, D5, D7, D16, D23, D25, D26, D31, D33) sadece 'araştırmayı planlama ve tasarlama' aşamasında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, D25 *“Araştırmayı planlama ve tasarlamada*

hayalindeki şeyleri yapabilir”, A25 “Bir olayı vs. tasarlamak zaten hayal gücü içerisinde mümkün olur. Örneğin bir elbise tasarlarken bile hayal gücümüzü kullanırız” ve A4 “Plan ve tasarım yaparken ortaya kendimizden bir şeyler koymazsak o plan bize özgü olmaktan çıkar” şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan bazıları (A16, A34, D17) bilim insanlarının 'veri toplama aşamasından sonra' yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmiştir. Bu katılımcılardan, A16 düşüncesini “Bilim adamları o döneme gidemedikleri için kendi hayalleriyle tasarım yaparlar” olarak açıklarken, D17 düşüncesini “Bilim adamları hayal güçlerini kullanırlar. Kullanmasalar 500 yıl önceki bilim insanları şimdiki teknolojiyi düşünemezlerdi” şeklinde ifade etmiştir.

Üç katılımcı da (A3, A5, D8) '1-2' kodu altında toplanmış ve bu katılımcılardan A5 düşüncesini “Düşünmüşlerdir, o olayın meydana getirdiği sonucu ona göre çözümler üretmiş ve hayal edip tasarlamışlardır” olarak açıklarken, altı (6) katılımcı ise, '1-3' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan, D14 “Araştırmayı planlayıp tasarlarken hayal güçlerinden yararlanırlar. Veri toplama aşamasından sonra ise bir teori ya da kanun oluşacağı için yaratıcılıklarını kullanırlar” şeklinde düşüncesini savunurken, A19 düşüncesini “Tasarlama esnasında yaratıcılık bolca kullanılır. Veri toplama aşamasından sonra da hayal güçlerini kullanırlar” şeklinde savunmuştur.

Tablo 132. “Yaratıcılık ve Hayal Gücü” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Hepsi	B4, B5, B7, Hale, B10, B11, B14, B16, B22, B24, B25, B26, B27, B29, B30, B33, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C8, C13, C15, C16, C18, C21, Ali, C24, Ata, C30, C31, C33, C34
1	B1, B3, B9, B15, B23, B32, B34, C10, C11, C12, C20, C22, C32
2	Ayşe, B17, B22
3	B19, Ece, C28
1-2	Asya, C12
1-3	B6, B13, B18, Aslı, B21, B28, Naz, C9, C17, C19, C26, C27, C28

Tablo 132 incelendiğinde sadece bir (C7) katılımcının bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanmadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Tabloya göre soruya cevap veren diğer katılımcılardan otuz altısı (36) bütün araştırma basamaklarında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin B4, “Eğer hayal güçleri olmasaydı mantıksal

bir yorum yapamazlardı ve hiçbir şekilde sonuçlara ulaşılmazdı. Hayal güçleri ve yaratıcılıkları sayesinde farklı düşünürler ve farklı bilgiler yorumlar elde ederler” ifadesini kullanarak düşüncesini açıklarken, B5 “*Araştırmayı planlarken hayal gücüne ve hedef doğrultusunda yaratıcılıklarıyla çalışma planını belirlerler. Verileri toplarken açıklanmayan bölümleri hayal gücüyle tamamlar. Verileri toplama aşamasından sonra ise hala açıklanmayan fakat bilim adamının düşündüğü şey hayal gücüyle ortaya çıkar. Örneğin Demokritus’un maddenin en küçük yapısının atom olduğunu düşünmesi hayal gücüdür”* şeklinde düşüncesini açıklamıştır. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde, katılımcıların düşüncelerini son testte örneklerle destekledikleri görülmüştür. Örneklere yer veren katılımcılardan, Hale “*Kullanmışlardır. Örneğin Mendeleev daha bulunmayan elementlerin yerlerini tahmin etmiş ve doğru bulmuştur”*; B27, “*Evet mesela Thomson’un üzümlü keke benzetti...”*; B29, “*Democritus hiçbir örnek olmadan hayal gücünü kullanarak atom teorisini ortaya attı. Hayal gücü bir konuyu tamamlamak için kullanılır”* ifadelerini kullanırken; diğer deney grubunda yer alan katılımcılardan C2, “*Kendinden önceki bilim adamının yaptığı çalışmanın aynısını yapmak ve o çalışmanın üstüne farklı bilgi koymak için hayal güçlerini kullanırlar. Örneğin, Thomson atom modelini üzümlü keke benzetmiştir”*; C21, “*Kendinden bir önceki bilim adamının yaptığı çalışmadan farklı ve üstün bir çalışma olsun diye. Örneğin Thomson’un atom modelini üzümlü keke benzetmesi”* ve C33, “*Hayal güçlerini kullanarak. Bilgi daha çok güçlendirip daha çok kesinleştirir. Örneğin Einstein deneyinin bir tanesinde saat kulesinden yararlanmıştır”* ifadelerine yer vermişlerdir.

Katılımcılardan on üçü (13) sadece 'araştırmayı planlama ve tasarlama' aşamasında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, B1 düşüncesini “*O zamanın teknolojisiyle atomun varlığını ortaya koymak ya da söylemek imkansızdı. Fakat bunda en büyük etken merakları ve hayal güçleri olmuştur”* olarak açıklarken, C10 “*Araştırmayı planlayıp ve tasarlarlarken bilim adamı iç dünyasından ve hayal gücünden kesinlikle yararlanmalıdır. Thomson üzümlü keki sevdiği için atom modelini üzümlü keke benzetti”* olarak açıklamıştır.

Katılımcılardan bazıları (Ayşe, B17 ve B22) bilim insanlarının sadece 'veri toplama' aşamasında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmiştir. Örneğin B17, “*Kendi hayal gücüne göre deney tasarlar, veri toplar. Eğer hipotezi deneyler*

desteklemezse kendi hayal gücüyle tekrar hipotez kurmalıdır” ifadelerini kullanarak düşüncesini ortaya koymuştur. B17'nin ifadesi ayrıntılı olarak incelendiğinde katılımcının 'veri toplama' aşamasını işaretlemesine rağmen aslında tasarlama aşamasından da bahsettiği görülmektedir.

Katılımcılardan bazıları da (B19, Ece, C28) bilim insanlarının sadece 'veri toplama aşamasından sonra' yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmiştir. Örneğin B19, *“Verileri toplama aşamasından sonra. Çünkü göremediği yerleri hayal gücünü kullanarak oradaki boşlukları kapatıyorlardır. Faraday elektroliz deneyini yaparken”* ifadesini kullanarak düşüncesini savunmuştur.

İki (2) katılımcı '1-2' kodu altında toplanmış ve bu katılımcılardan Asya düşüncesini, *“Gözlem yaparak doğadaki ilginç olayları fark ederler. Öyle ki hiçbir şey yapmadan sadece incelemek onlarca bilgiye çıkartır. Bence karıncanın çekirdeği taşımasından el arabası bulunmuş olabilir”* olarak açıklamıştır. Diğer taraftan, on üç (13) katılımcı ise, '1-3' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan, B13, *“Örneğin yağ damlacıkları deneyinde yağ damlalarını kurmak ve alt üstteki tabakayı yüklerle (+,-) yüklemekte yaratıcılık ve hayal gücü ön plandadır”*; B28, *“Hayal gücü olmadan bilim yöntemleri bir süre sonra tıkanır ve ilerleyemez. Örneğin Mendeleev'in periyodik sistemi rüyasında görmesi”* ve C26 *“Üzümlü kek, gezegen modeli, müzik notaları”* şeklinde düşüncesini savunmuştur. Yine katılımcı ifadelerinde düşüncelerini desteklemek için örneklerin verildiği görülmüştür.

Tablo 133. “Yaratıcılık ve Hayal Gücü” Hakkında Kontrol Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Hepsi	A5, A7, A8, A15, A17, A18, A19, A20, A22, A23, A25, A26, A31, A33, D2, D3, D11, D16, D18, D19, D20, D23, D24, D25, D26, D28, D32, D33
1	A2, A6, A11, A12, A14, A21, A24, A28, A30, A34, A35, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D16, D17, D22, D31
1-2	A3
1-3	A1, A4, A16, A27, A29, D13, D14, D17

Tablo 133 incelendiğinde üç (A9, A13, D1) katılımcının bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanmadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Tabloya göre soruya cevap veren diğer katılımcılardan yirmi sekizinin (28) bütün araştırma basamaklarında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini

kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, A19 düşüncesini *“Bilim adamları en çok araştırmayı tasarlarlarken hayal güçlerini kullanırlar. Hatta diğer basamaklarda da kullanırlar bu hayal güçlerini çünkü bir araştırma için en önemli faktörlerden biri de hayal gücüdür”* olarak açıklarken, D20 düşüncesini *“Hayal etmek bir nevi planlamaktır. Plansız yapılan iş başarılı bir iştir. O yüzden hayal ederler”* ifadesini kullanarak açıklamıştır.

Katılımcılardan yirmi biri (21) sadece 'araştırmayı planlama ve tasarlama' aşamasında bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin A30, *“Plan yapmak için tasarım gerekir eğer tasarımı belliye zaten araştırmaya gerek kalmazdı”* ve D5 *“Plan ve tasarlama kullanırlar”* şeklinde açıklama yapmışlardır.

Sadece bir katılımcı (A3) '1-2' kodu altında ifade kullanmış ve A3 düşüncesini, *“Tasarlama yaparken kullanmış olabilirler”* olarak açıklarken, sekiz (8) katılımcı ise, '1-3' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan A16, *“Bilim adamları bazı şeyleri tam olarak göremezler. Bu aşamada hayal güçlerini kullanırlar”*; A27, *“Geçmişte yaşamları tahmin etmek için. Öne sürdüğü hipotez hakkında bir şeyler keşfedebilmek için. Mesela, dinazorlar, dünyanın nasıl oluştuğu. Atomun içindekilerin nasıl oluştuğu”* ve D13 *“1 ve 3'te hayal gücüyle kurarlar”* şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcı ifadelerine göre sekizinci soru *“hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisi”* boyutu açısından incelenmiştir. Tablo 134 katılımcıların acemi (naive), orta seviye (transitional) ve uzman (informed) kategorilerinden hangi kategori altına düştükleri görülmektedir. Aşağıdaki Tablo 134'de ilgili boyut altına gire katılımcılar ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

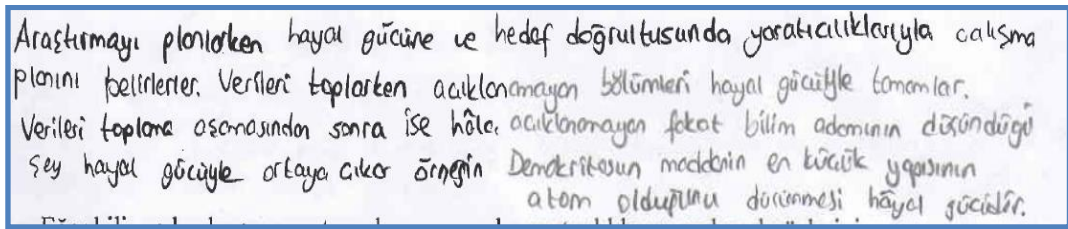
Tablo 134. “Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Bilime Etkisi” Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-8)

Deney Grubu		Kontrol Grubu		
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f
Acemi	2	C8, C31	Acemi	47
				A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, A10, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A24, A26, A29, A30, A31, A35, D1, D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D12, D13, D15, D16, D18, D20, D21, D22, D23, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D34

Tablo 134 devamı

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Orta seviye	45	B1, B4, B6, B7, B10, B11, Ayşe, B14, B15, B16, B17, B18, Aslı, B23, B25, B26, B30, B32, B34, C3, C4, C5, C6, C7, C9, C10, C11, C12, C13, Ece, C15, C17, C18, C19, C20, C22, Ali, C24, Ata, C26, C27, C28, C29, C30, C34	Orta seviye	20	A4, A5, A11, A19, A20, A21, A22, A23, A25, A27, A28, A33, A34, D4, D14, D17, D19, D24, D32, D33,
Uzman	21	Asya, B3, B5, Hale, B9, B13, B19, B21, B22, B24, B27, B28, B29, Naz, B33, C1, C2, C16, C21, C32, C33	Uzman	-	-

Tablo 134 incelendiğinde, deney grubunda yer alan iki (2) katılımcının, kontrol grubunda ise kırk yedi (47) katılımcının acemi kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu katılımcıların hayal gücü ve yaratıcılığın bilime etkisinden bahsetmedikleri görülmüştür. Diğer taraftan deney grubunda kırk beş (45) katılımcının kontrol grubunda ise yirmi (20) katılımcının orta seviyede yer aldığı görülmüştür. Bunlara ek olarak, deney grubunda 'uzman' kategorisinde yer alan yirmi bir (21) katılımcı yer alırken, kontrol grubunda bu kategoride yer alan katılımcı bulunmamaktadır. Aşağıda Şekil 44'te uzman kategorisinde yer alan B5'in ifadeleri aynen alıntı olarak sunulmaktadır.



Araştırmayı planlarken hayal gücüne ve hedef doğrultusunda yaratıcılıklarıyla çalışma planını belirlerler. Verileri toplarken açıklanmayan bölümleri hayal gücüyle tamamlar. Verileri toplama aşamasından sonra ise hâle, açıklanmayan fakat bilim adamının dışındığı şey hayal gücüyle ortaya çıkar örneğin Demokritosun madenin en küçük yapısının atom olduğunu düşünmesi hayal gücüdür.

Şekil 44. Deney grubu B5'in (uzman) sekizinci soru için ifadeleri

Şekil 44 incelendiğinde deney grubunda yer alan B5'in bilimsel araştırmaların her aşamasında bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade ettiği görülmektedir. Ayrıca B5, bu konudaki düşünceleri ile ilgili bir Demokritos'un örnek olarak ortaya koymuş ve bu yolla düşüncesini desteklemiştir.

4.1.4.9. VNOS-C Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular

Dokuzuncu soruda katılımcılara bilimin evrenselliği ve sosyokültürel değerlerden etkilenip etkilenmediği konusundaki görüşleri sorulmuştur. Soru ile ilgili katılımcı görüşleri ve katılımcı görüşleri doğrultusunda oluşturulan kodlar ve hangi katılımcının hangi kod altına girdiği aşağıdaki Tablo 135, Tablo 136, Tablo 137 ve Tablo 138`de sunulmuştur.

Tablo 135. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Evrenseldir	Asya, B3, B4, B5, B7, Hale, Ayşe, B13, B14, B17, B18, B19, B21, B22, B24, B27, B28, Naz, B32, B33, C1, C2, C3, C5, C10, C11, Ece, C15, C21, C22, Ali, C24, Ata, C26, C28, C32, C33, C34
Sosyokültürel Değerlerden Etkilenir	B1, B6, B15, C8, C12, C16, C17, C18, C29, C31
Her İkisi de	B10, B25, C4, C30

Tablo 135 incelendiğinde katılımcılardan otuz sekizini (38) bilimin evrensel olduğunu savundukları görülmüştür. Örneğin, B3 "*Bilim evrenseldir, çünkü bütün insanlığı kapsar*"; Hale "*Bilim evrenseldir. Örneğin yerçekimi herkes tarafından kabul edilir*" ve C10 "*Bütün elementlerin adı her yerde aynı*" şeklinde açıklamalar yapmışlardır.

Katılımcılardan onu (10) bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini ifade etmiştir. Bu konuda görüş bildiren katılımcılardan, B15 "*Bence sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebilir. Çünkü mesela bir ülkenin maddi değeri iyi değilse veya ülkede savaş varsa o ülkede bilim ilerleyemez*" şeklinde düşüncesini savunurken, C18 "*...Misal gelişmemiş ülkelerde bilim adamı azken gelişmiş ülkelerde bilim adamı çoktur*" olarak savunma yapmıştır.

Bazı katılımcıların (B10, B25, C4, C30) ise, bilimin evrensel olduğunu ve aynı zamanda sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini savunmuşlardır. 'Her ikisi de' kodu altına giren katılımcılardan, C4 "*Toplumun zekasını belirten ve sosyal değerleri yansıtır. Bence bilim evrenseldir. İnsanın burada bulunduğu bir bulgu dünyanın öbür ucunda da aynıdır*" ifadesini kullanırken, B10 "*Sosyokültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum ama örnek bulamadım. Evrenseldir. Klor=Cl her yerde aynıdır*" ifadesine yer vermiştir.

Tablo 136. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi” Hakkında
Kontrol Grubu Katılımcılarının Ön Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Evrenseldir	A2, A3, A5, A6, A7, A11, A12, A13, A18, A21, A23, A24, A25, A27, A31, A33, A35, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D13, D17, D20, D21, D28, D29, D30, D31, D33
Sosyokültürel Değerlerden Etkilenir	A1, A4, D10, D14, D15, D16, D23, D26
Her İkisi de	A8, A16, A19, D3

Tablo 136`ya göre otuz iki (32) katılımcının bilimin evrensel olduğu konusunda ifade belirttikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan, A6 “*Evrenseldir. Her bilim her yerde aynı şekilde kullanılıyor. Bu yüzden her toplumda da evrenseldir*”; A25 “*Basit bir örnek olacak fakat, periyodik tabloda kültürlerimizi yansıtan bir durum olsaydı her milletin kendine ait element sembolleri olacaktı ve böylece bilimsel araştırmalarda kültür farklılıkları bulunacak anlaşmazlık ortaya çıkacaktı*” ve D5 “*Evrenseldir çünkü mesela bir kural her yerde aynıdır*” şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Sekiz (8) katılımcı bilimin sosyokültürel değerlerden etkilendiğini ifade etmiştir. Bu konuda görüş bildiren, A4 düşüncesini “*Doğa olayları iklim şartları vb. durumlar topluma aittir. Ve bunlar da yapılan gözlem ve deneyleri etkiler*” olarak açıklarken, diğer kontrol grubunda yer alan D14 de düşüncesini benzer olarak “*Bence sosyal ve kültürel değerleri yansıtır bilim. Çünkü bilim oluşturulurken çevre şartları göz önüne alınır*” olarak açıklamıştır. Katılımcılardan dördünün (4) ifadeleri 'Her İkisi de' kodu altında toplanmıştır. Bu katılımcılardan, A19 “*Mesela farklı ülkelerdeki bilim adamları farklı kültürlere sahiptirler. Bilim adamlarının ortak bilgisi evrenseldir*” olarak açıklama yaparken, D3 “*Da Vinci anatomi ile ilgileniyordu fakat kilise baskılarından dolayı tüm fikirlerini halka açamamıştır. Bazı fikirler de aslında herkese göre aynıdır bu yüzden evrensel de olabilir*” açıklamasında bulunmuştur.

Tablo 137. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi” Hakkında
Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Evrenseldir	B1, B7, B9, B11, B14, B16, B21, B26, B27, B32, B33, C1, C4, C6, C7, C10, C12, C13, C16, C17, C20, Ali, C29, C32, C33, C34
Sosyokültürel Değerlerden Etkilenir	B3, B6, Hale, B10, B18, Asli, B30, Naz, C2, C3, C4, C7, C8, C10, C13, Ece, C17, C20, C21, C22, Ali, C24, Ata, C26, C28, C29, C30
Her İkisi de	Asya, B4, B5, Ayşe, B13, B15, B17, B19, B22, B23, B24, B25, B28, C19

Tablo 137 incelendiğinde yirmi altı (26) katılımcının bilimin her yerde aynı olduğu şeklinde ifadeler kullandıkları ve bilimin evrensel olduğunu düşündükleri görülmüştür. Bu katılımcılardan C29, "*Bilim evrenseldir çünkü dünya yuvarlaktır ve kare diyemeyiz*" ifadesini kullanarak düşüncesini açıklarken, B7 düşüncesini "*Bilim evrenseldir. Bütün dünyaya yararlı olacak ve ya olmayacak her şey bilimin altından çıkar. Yararlı olan bir ilaç tüm dünyaya yararlıdır*" olarak açıklamıştır.

Yirmi yedi (27) katılımcı bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmiştir. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde katılımcıların sadece sosyal kültürel değerlerden etkilenir demek yerine, düşüncesini örneklerle destekleyerek ortaya koydukları görülmüştür. Örneğin, Hale, "*Yansıtır. Örneğin Döbereiner`in eczanede çalışması ve kimyasal maddelerle uğraşması kimyaya ilgisi artmıştır*"; B18, "*Üzümlü kek modeli buna en iyi örnek kültürel değerler bilimin gelişimini hem kolaylaştırır hem de yardımcı olur*" ve B30 "*Örneğin Moseley Çanakkale Savaşı`nda ölmüştür. Yani sosyal ve kültürel bakımdan topluma ayak uydurdukları için etkilidir*" şeklinde düşüncelerini örneklerle desteklerken, diğer deney grubunda yer alan katılımcılardan Ece, "*Thomson`un zamanında üzümlü kek Thomson için çok güzeldi. Onun güzelliği Thomson`un yaşadığı kültürün Thomson`a olan etkisiydi. Yani Thomson kendi atom modelinde kendi kültürünü yansıtmıştır*" ve C21 "*Thomson`un üzümlü keki sevmesi yani o ortamda üzümlü kekin ünlü olması*" şeklinde düşüncelerini savunmuşlardır.

Katılımcılardan on dördü (14) ise, bilimin evrensel olduğunu ve aynı zamanda sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini savunduklarından 'Her İkisi de' kodu altına alınmıştır. Katılımcıların ifadelerinde örneklerle destek verdikleri görülmüştür. Örneğin, Asya "*Faraday Bohr ateistti ve doğadaki bazı kanunları reddetmişti. Newland`ın babası papazdı ve ondan etkilenmişti. Faraday matbaacıda çalışırken bazı kitaplar okumuştur. Evrensel çünkü kaldırma kuvveti sadece beni, seni ya da onu etkilemez. Tüm canlıları etkiler. Sudaki yüzey gerilimi sadece beni etkilemez*" şeklinde düşüncesini açıklarken, B5 düşüncesini "*Sosyal ve kültürel açısından gelişmiş düzeyde eğitim sistemi yüksek bir toplumda bilimde kültürleşir ve sosyalleşir. Örneğin Bohr eğitim sistemi gelişmiş bir ortamda yaşamıştır. Bilim evrenseldir ortaya çıkan hipotez veya teori açıklanabiliyorsa ve kanıtlanmışsa bilim adamları ispatlayarak tüm insanlığa kanıt olarak sunabilir. Örneğin yer çekimi tüm insanlık adına kabul edilmiş evrensel bir bilgidir*" olarak açıklamıştır. Benzer görüş bildiren diğer katılımcı

ifadelerinde de örneklere yer verildiği görülmüştür. Örneğin, B15, "*Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Örneğin Newland müziklerden hoşlandığı için yaptığı bir bilimsel bilgiyi müzikteki oktavlar kanununa benzetmiştir. Bilimsel bilgi evrenseldir. Örneğin modern atom teorisi dünyanın her yerinde aynıdır*"; B24, "*Babası papaz olan birden çok bilim adamı vardır. Bunun gibi birçok özel etken sosyal ve kültürel olarak etkilemiştir. (onlar da bizim gibi insandı.) Periyodik sistem sembolleri evrenseldir. Ağırlık uzunluk vb. nicelik belirten ölçüm birimleri evrenseldir*" ve B28 "*Moseley'in Çanakkale Savaşı'nda ölmesi bir sosyal kültürel sebeptir. Periyodik sistemi her yerde aynıdır. Bunun sebebi bilimsel bilginin evrenselliğinden dolayı*" ifadelerini kullanmışlardır.

Tablo 138. Bilimin Evrenselliği ve Sosyokültürel Değerlerden Etkilenmesi” Hakkında Deney Grubu Katılımcılarının Son Testteki Görüşleri

Kodlar	Katılımcılar
Evrenseldir	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A14, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A28, A29, A30, A34, A35, D1, D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D20, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31
Sosyokültürel Değerlerden Etkilenir	A15, A16, A20, A31, A33, D24
Her İkisi de	A27, D19, D23

Tablo 138 incelendiğinde kırk sekiz (48) katılımcının bilimin evrensel olduğunu düşündükleri ve konuda görüş bildirdikleri görülmektedir. Bu katılımcılardan A6, "*Bence bilim evrenseldir. Her nerde olursa olsun bilimle alakalı olan gerçeklik değişmez. Bilimin adları bile her yerde aynıdır*"; A14, "*Bilim evrenseldir. Farklı dillerde farklı şeyler söylüyor değiller. Semboller örneğin periyodik sistemdeki semboller*" ve D7, "*Bilim evrenseldir. Önceki dönemi bakarsak atomun ilk araştırmaları çok önceki dönemlerde yapıldı ve hala devam etmekte ama genel model aynı sadece gelişim var*" ifadelerini kullanarak düşüncelerini açıklamışlardır.

Katılımcılardan bazıları ise (A15, A16, A20, A31, A33, D24) bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan, A20, "*Bana göre bilim evrensel değildir. Bulunan bir şeyin üzerindeki izler, bulan kişinin/toplumun görüşlerini/izlerini taşır*" ifadesini kullanırken; D19, "*Çevreye bir şey atıldığında ondaki mikropların başka bir maddeye geçerek hasta olmamız. Teorinin olmasıdır*" şeklinde düşüncesini savunmuştur.

Katılımcılardan üçü (3) bilimin hem sosyokültürel değerlerden etkilendiğini aynı zamanda da evrensel olduğunu ifade etmiştir. Örneğin bu katılımcılardan, A27 düşüncesini *"Dışarıdaki başka ülkelerdeki toplumlardan etkilenecek deneyler hakkında bir şeyler üretebilirler. Bazı bilim adamları da burnunun dikine gider kendi yaptığını kabul eder dışarıdan etkilenmez"* olarak açıklamıştır.

Dokuzuncu soru "bilim insanının değişim ve gelişimine bilim insanının etkisi" ve "sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkisi" boyutları açısından tablolar oluşturularak incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla bu boyutların incelendiği Tablo 139 ve Tablo 140 yer almaktadır.

Tablo 139. "Bilim İnsanın Değişim ve Gelişimine Bilim İnsanın Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-9)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	45	B1, B5, B6, B7, B9, B10, B11, B13, B14, B16, B21, B22, B24, B25, B26, B27, B28, B30, B32, B33, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C12, C13, Ece, C15, C16, C17, C18, C20, C22, Ali, C24, C27, C28, C29, C32, C33, C34	Acemi	58	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A33, A34, A35, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D19, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D33, D34
Orta seviye	8	B4, B15, B23, C1, C11, C19, Ata, C26,	Orta seviye	1	A20
Uzman	13	Asya, B3, Hale, Ayşe, B17, B18, B19, Aslı, Naz, C2, C21, C30, C31	Uzman		

Tablo 140. "Sosyal ve Kültürel Değerlerin Bilime Etkisi" Boyutuna İlişkin Katılımcıların Sınıflaması (Soru-9)

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Acemi	41	B1, B3, B4, B7, Hale, B9, B11, B14, B16, B21, B26, B27, B32, B33, C1, C4, C6, C7, C12, C13, C16, C17, C20, Ali, C27, C29, C32, C33, C34	Acemi	53	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A28, A29, A30, A34, A35, D1, D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D14, D16, D17, D18, D19, D23, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D33, D34

Tablo 140 devamı

Deney Grubu		Kontrol Grubu			
Kategori	f	Katılımcılar	Kategori	f	Katılımcılar
Orta seviye	25	Ayşe, B15, B17, B18, Aslı, B23, B24, B25, Naz, C2, C3, C5, C8, C9, C10, C11, C15, C18, C19, C21, C24, Ata, C26, C30, C31	Orta seviye	6	A20, A27, A31, A33, D4, D24
Uzman	12	Asya, B5, B6, B10, B13, B19, B22, B28, B30, Ece, C22, C28	Uzman		-

4.2. Nitel Veriler ile İlgili Bulgular

4.2.1. Öğrenci Görüşleri ile İlgili Bulgular

Bu kısımda öğrenci görüşlerinden yola çıkılarak oluşturulan, kategoriler ve kategoriler altında yer alan kodlar ilgili tablolarda belirtilmiştir. Bazı sorularda öğrencilerin bir soru içerisinde belirtmiş oldukları düşünceler birden fazla kodun altına alınmıştır. Her bir kategori ayrı ayrı incelenmiş ve aşağıda sırasıyla tablolar halinde sunulmuştur. Verilerin analizi bölümünde yer verilen kategori sırasına göre paragraflar halinde sunulmuştur.

Tablo 141. Uygulama Esnasında Yer Verilen Etkinliklere İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	Kullanılan Etkinlikler							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Grup çalışması	√							√
Çalışma kağıtları	√		√	√				√
Farklı uygulamaları	√	√	√	√	√			√
Bilim insanları	√	√	√	√	√			√
Proje çalışması	√	√	√	√	√	√	√	√
Deneysel etkinlikler					√			

Tablo 141 incelendiğinde katılımcıların araştırma sürecinde yapılan etkinliklerin tamamını hatırladıkları görülmektedir. Grup çalışmasının öğrenciler tarafından birçok soruda vurgulandığı dikkati çekmektedir. “Grup çalışması” kodu altına alınan katılımcılardan Ali “*Grup çalışmalarına yer verildi, çalışma kağıtları dağıtıldı onlar üzerinde çalışmalar yaptık oraya fikirlerimizi yazdık*” şeklinde ifade kullanmıştır.

Bu konu da katılımcılar tarafından altı çizilen bir diğer önemli nokta ise araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma kağıtlarıdır. Burada katılımcı ifadelerinden yola

çıkılarak hazırlanan çalışma kağıtlarının öngörülen amaca doğru bir biçimde hizmet ettiği söylenilebilir. Araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma kağıtları öğrencilerin aklında kalan bir diğer uygulama olmuştur (Ali, Aslı, Ayşe ve Ata). Öğrenci ifadelerine bakıldığında ilgili kod altına giren katılımcılardan Aslı “*öğretmenimizin dağıttığı kağıtları çok sık kullandık ve bu kağıtlar bilim adamlarıyla ilgiliydi bilim adamlarının hayatlarını araştırdık yaptıklarını araştırdık öyle yani*”, Ayşe ise “*Konuyu derste öğrendikten sonra sorular, testler, çalışma kağıtları, veriyordu biz onlara hem hazırlanıp gelmiş oluyorduk hem de konuyu pekiştirmek için önemli oluyordu bilim adamlarının hayatları daha kalıcı oluyordu aklımızda hem de derse hazırlıklı gelmiş oluyorduk ders hakkında bilgimiz oluyordu daha aktif oluyordu derse katılımımız*” şeklinde ifadeler kullanmıştır. Ata ise “*Mesela bilim adamları ve bu işlediğimiz konulardan sonra siz bize çalışma kağıdı veriliyordu ve çalışma kağıtlarında aynı zamanda yaptığımız konuyla ilgili pekiştirme yapıyorduk. Hem daha da fazla bilgi sahibi oluyorduk internetten araştırma falan yapmamızı istiyordunuz araştırma yapıyorduk. Hani sadece konuyu değil konunun ilerleyişinde ona etki eden faktörleri de işliyorduk*” şeklinde düşüncelerini açıklamıştır.

Tablo 141 incelendiğinde araştırma sürecinde gerçekleştirilen uygulamaların katılımcılar tarafından hatırlandığı görülmektedir. Katılımcı ifadelerine bakıldığında tablet uygulamaları, video, 4D element gibi teknolojik uygulamaların daha çok hatırlandığı söylenebilir. Örneğin ilgili kod altına giren katılımcılardan Asya “*Elements 4D uygulamasını kullandık bu sayede gözle göremeyeceğimiz elementlerin nasıl göründüklerini gördük*” cümleleriyle açıklama yaparken, Ayşe “*Üç boyutlu şekilde resimlerin içlerindeki materyalleri çok rahat görebildik tabletler yardımıyla, teknolojiden çok fazla yararlandık*” şeklinde ifade kullanmıştır. Katılımcıların akıllarında kalan bir diğer etkinlik ise kutu etkinliğidir. Örneğin katılımcılardan Hale “*...mesela, bir kara kutumuz vardı tahmin etmeye çalıştık oradaki şeylerin ağırlığına bakarak mknatısın çekip çekmemesine bakarak o maddenin ne olduğunu bulmaya çalıştık bu çok iyiydi*” olarak düşüncelerini ifade etmiştir.

Tablo 141'e bakıldığında bilim adamları, onların çalışmaları ve yaşantıları ile ilgili yapılan çalışmaların katılımcıların çoğunluğunun aklında yer ettiği tespit edilmiştir. Asya ve Ata sırasıyla bilim adamlarının hayatları ile ilgili gerçekleştirilen etkinlik ve çalışmalar hakkında “*Lavosier'in geçmişten günümüze bize neler kattığını gördük.*

Einstein olsun diğer bilim adamlarının neler kattığını gördük bunlarla ilgili araştırmalar yaptık. Kendimiz araştırarak hem nasıl öğrenmemiz gerektiğini ve nasıl araştırmamız gerektiğini öğrendik”, “Mesela modern periyodik tablodan, geçmişten günümüze periyodik tablonun gelişimi, onu keşfeden bilim adamlarının görselleri falan bizim anlamamızda falan çok daha kolaylık sağladı” şeklinde ifadeler kullanmıştır.

Özellikle süreçte planlanan ve proje çalışması olarak öğrencilere verilen çalışma katılımcıların tamamı açısından kalıcı olduğu tespit edilmiştir. Burada dikkat çeken nokta öğrencilerin çoğunluğunun projeleri “*tasarım yapmak*” olarak ifade etmeleridir. Örneğin katılımcılardan Ece “*Mesela kendimize özgü periyodik sistem tasarladık atom modeli yaptık*” ifadesini kullanmıştır. Bu durum aslında STEM yaklaşımının esas aldığı disiplinlerden *mühendislik disiplini* ile ilişkilendirilerek yorumlanabilir. Tasarımlar ortaya çıkarma mühendislik süreçte önemli noktalardan biridir. Dolayısıyla katılımcıların kimya dersi, atom ve periyodik sistem ünitesinde mühendislik süreç basamaklarını kullandıkları ve bu durumdan hoşlandıkları söylenilebilir.

Katılımcılardan Hale proje sürecini ve kendisine kattıklarını; “*Tasarımlar yaptık elementler hakkında periyodik sistem hakkında mesela bor elementinin modelini yapmıştım ben orada özelliklerini atom numarasını kütle numarasını yazmıştım şeklini nasıl olduğunu yapmıştım, modelleyerek de zihnimizi geliştirdik tasarımımızı geliştirdik el becerimizi geliştirdik.*” cümleleriyle ifade etmektedir.

Deneysel etkinlikler kodu altına giren tek bir katılımcı bulunmaktadır. Hale bu konudaki düşüncelerini “*Mesela bir deney yaptık suyu balona koyduk balonu şişirmiştik kütlelerini hesaplamıştık her iki deney sonucunda da aynı çıkmıştı bu da kütlelerin korunumunu ispatlıyordu*” şeklinde açıklamıştır.

Tablo 142. En Çok Hoşa Giden Etkinliğe/ Etkinliklere İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	En Çok Beğenilen Etkinlik							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Proje çalışması	√		√	√		√		√
Element 4D uygulaması		√		√				
Bilim insanlarının hayatları				√				√
Kara kutu etkinliği					√		√	

Tablo 142 ayrıntılı olarak incelendiğinde katılımcılarda yarısından fazlasının proje etkinliklerinden keyif aldıkları tespit edilmiştir (Ali, Aslı, Ayşe, Ece ve Ata). Proje çalışmasında keyif aldıklarını ifade eden katılımcılardan birkaçının ifadeleri aşağıdaki gibidir.

“Atom ve periyodik sistemle ilgili yaptığımız grup çalışmalarıydı, elektronun atom içerisindeki dağılımı, yaptığımız modeller, beraber yaptığımız şeyler. En çok keyif aldığımız çalışmalar bunlardı” (Ali),

“Kendi elimizle yaptığımız projeler ciddi çok eğlenceli oluyor ve hem kendimiz düşündüğümüz hem konuları kendimiz belirlediğimiz için de bir şeyler katabiliyoruz kendi içimizden ya da dersten küçük bir ayrıntıyı projemize uygulayabiliyoruz. Mesela o yaptığım şey saha derste geçmişti bu kadar yani en sevdiğim o projelerdi” (Aslı),

“En çok hoşuma giden atom modeli yapmıştık ya onda daha bir çaba sarf ettik daha bir özen gösterdik daha bir imrendik böyle birbirimize o çok hoşuma gitmişti” (Ece).

Katılımcıların ifadeleri incelendiğinde özellikle teknoloji ile yakından ilgili etkinlikleri yaparken zevk aldıkları görülmektedir. Örneğin katılımcılardan Asya, *“Ben Element 4D uygulamasını çok sevmiştim çünkü hepimizin parmak izleri farklı olduğu gibi elementlerinde birbirinin özellik ve görünüş açısından farklı olduğunu gördüm, öğrendim. Bir elementin başka elementlerle bileşik yapıp doğada bulunma hallerini gaz, katı, sıvı hallerini gördüm. Normalde bunları göremezdim. En çok hoşuma giden etkinliklerden biride video izlememiz oldu”* şeklinde düşüncelerini açıklamış ve özellikle teknolojik uygulamalarla ilgili vurgu yapmıştır. Bu durum STEM yaklaşımının esas aldığı disiplinlerden olan teknolojinin öğrenciler açısından olumlu karşılandığı söylenilebilir.

Bilim insanlarının hayatları ile ilgili çalışmaların öğrenciler açısından ilgi çekici ve hoş giden çalışmalar olduğu ile ilgili bulgular bu kısımda da vurgulanmaktadır. Katılımcılardan Ayşe konu ile ilgili düşüncelerini *“Bilim insanlarının hayatlarını farklı yorumlamada biraz zorlansam da çok farklı düşünmeyi öğrendim”* şeklinde açıklamıştır.

Öğrenciler tarafından “kara kutu” olarak adlandırılan “pandoranın kutusu” adlı etkinlikte öğrenciler açısından olumlu karşılandığı ve akılda kaldığı tespit edilmiştir. Katılımcılar etkinlik sürecinde eğlendiklerini aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir.

Hale: “*Mesela kara kutu benim çok hoşuma gitmişti. Orada mesela maddenin ne olduğunu bulmaya çalışıyorduk. Eğlenerek yaptık gittik miknatısla çekmeye çalıştık. Ağırlığını ölçtük, diğer dıştaki maddelerle karşılaştırdık acaba bu olabilir mi diye zihnimizi daha da geliştirdik düşünme yeteneğimiz de gelişti mesela ne olabileceğini bulmaya çalıştık. Bilim adamları da öyle yapmıştır belki bilmediği bir şeyi tahmin etmeye çalışmıştır bizde onlar gibi yapmaya çalışmıştık bilim adamları gibi düşünmeye çalıştık aslında*”,

Naz: “*Kutunun içindekini bulma etkinliği benim çok dikkatimi çekmişti ve onda çok eğlenmişim konuya da daha çok daha farklı bir boyuttan bakmamı sağlamıştı aslında yani atomun sadece deftere yazdığımız gibi maddenin en küçük parçası değil de daha çok üzerine bir şeyler katabileceğimiz bir madde olduğunu anladım*”.

Tablo 143. Kimya Derslerinin Farklı Etkinliklerle İşlenmesinin Katkılarına İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	Uygulama Sürecinin Katkıları							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Sınav puanları	√							
Hayal gücü		√					√	
Anlamli öğrenme			√	√	√			√
İlgi çekme					√	√		

Tablo 143'e göre sınav puanlarına olumlu bir etkisi olduğunu ifade eden Ali düşüncelerini “*Öncelikle bu yazılılarımıza yansdı, normalde proje kapsamında olduğu zaman yazılılarımızı da notlarımız yükselmişti bu projeler performanslar videolar yaptığımız çalışmalar notlara da yansdı*” olarak açıklamıştır.

Tablo 143 ayrıntılı olarak incelendiğinde katılımcıların verdikleri cevapların birçok açıdan önemli bulgular içerdiği görülmektedir. Bu bulgulardan en dikkat çekici olanı hayal gücü ile ilgili katılımcı ifadeleridir. Katılımcılardan Asya uygulama sürecinde hayal gücünü nasıl kullandığını “*Birçok katkısı olmuştur. Mesela hayal edebilmeyi, bilim adamlarının ortaya ne koyduğunu değil nasıl çıkardıklarını, işleyişlerini nasıl geliştirdiklerini, bulunmamış bir şeyi nasıl bulduklarını gibi şeyleri öğrenmemizi*

sağladı. Derslerimiz çok eğlenceli geçti düz bakmamayı çok açıdan bakmayı öğrendik birçok konuda” şeklinde cümlelerle açıklamıştır. Katılımcılardan Naz yine hayal gücünü nasıl geliştirdiği ile ilgili olarak “Farklı açılardan bakıyorduk konulara ve hayal gücümüzü daha çok teyit ediyorduk. Belirli konular belirli bir yerde sınırlandırılmıyordu, bizim hayal gücümüze bırakılıyordu ve bu derslerde daha çok etkin olmamızı sağlıyordu. Bence sadece öğretmenin anlattığıyla değil de kendi düşüncelerimizi de daha çok gösterebiliyorduk” ifadelerini kullanmıştır. Bu durum çalışmanın araştırma sorularında da yer alan STEM-ÖS`ün deney grubu öğrencilerinde bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisini destekler niteliktedir.

Farklı bir bulgu da katılımcıların anlamlı öğrendiklerini ifade etmeleridir (Aslı, Ayşe, Hale ve Ata). Katılımcılardan Aslı süreçte derse katılım konusunda sıkıntı yaşamadıklarını ve sürecin eğlenceli geçtiğini, bu sebeple de anlamlı öğrenmenin gerçekleştiğini ifade etmiştir. Aslı kategori ile ilgili düşüncelerini “*Biz kendimiz bir şeyleri yaptığımız için daha çok aklımızda kalıyor. Yine baştaki gibi daha çok, daha iyi ve etkili öğreniyoruz. Sonra mesela diğer fen derslerindeki gibi sadece yazıda kalmıyor. Biz elimizde üç boyutlu ya da aklımızda kalacak görsel şekillerde etkinlikler yapıyoruz, bunlarda daha kalıcı oluyor öyle olduğunu düşünüyorum*” şeklinde ifade etmiştir. “Anlamlı öğrenme” kodu altına giren ifadeler ayrıntılı olarak incelendiğinde katılımcıların öğrenme gerçekleşirken hissettikleri araştırma açısından önemli bulgular içermektedir. Katılımcılar süreçte kendilerini rahat hissettiklerini, rahat ifade ettiklerini ve sürece etkin olarak katılım sağladıklarının altını çizmektedirler. Örneğin Ayşe ve Hale düşüncelerini sırasıyla aşağıdaki şekilde açıklamıştır.

“Daha kolay kalıyor aklımızda diğer dersler gibi sadece dinlemeye yönelik değil de o derste bizde söz sahibiyiz kendimizi ispatlıyoruz, ders çalışmakta çok eğlenceli oluyor ezbere dayalı olmadığından dolayı, mantığımızı yatırdıktan sonra daha kolay oluyor bizim için her alanda” (Ayşe),

“O bilgiyi unutmamamı sağladı. Mesela diğer derslerde daha çabuk unutuyorum ama burada hem tekrar ediyoruz, hem de uygulamalar olarak yaptığımız için aklımda daha kalıcı oluyor böyle. Hem de eğlenerek yaptığımız için kimya dersini daha çok seviyoruz. Yani sevmeye de teşvik ediyor bizi” (Hale).

Katılımcı ifadelerinde bir başka önemli bulgu ise, sürecin öğrencilerin derse olan ilgisinde artışa neden olduğu ile ilgili ifadelerdir (Hale ve Ece). Katılımcılardan Ece bu durumu “*Şöyle oldu hem ilgimizi daha fazla çekti derse, doğru derse yönelik ilgimiz arttı o konu hakkında bunun dışında nasıl söylesem ki. İlgimizin artmasıyla beraber kimya daha böyle şey geldi o kelimeyi bulamıyorum daha böyle katlanabileceğimiz bir ders haline geldi. Sayısal ders olduğu için fazla sevilmiyor. O yüzden kimyayı cidden daha çok sevmeme neden oldu*” şeklinde ifade etmiştir. Aynı şekilde Hale`de yukarıda belirtildiği üzere derste eğlendiğini ve dersi sevdiğini vurgulayarak uygulamaların derse yönelik duygu ve düşüncelerini olumlu olarak değiştirdiğini belirtmiştir.

Tablo 144. Uygulama Sırasında Karşılaşılan Güçlüklerle İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	Uygulama Sürecinde Yaşanan Güçlükler							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Bağımsız düşünme	√	√		√			√	
Malzeme temini		√						
Ek çalışma			√					
Grup çalışması					√			√

Katılımcılara süreç içinde yaşadıkları güçlükler sorulmuştur. Katılımcıların verdikleri cevaplar ayrıntılı olarak incelendiğinde düşünmek ile ilgili problem yaşadığını belirten Ali`in ifadeleri aslında çalışmanın amacına hizmet ettiğini destekler nitelikte ifadelerdir. Ali düşüncelerini “*Teorik bilgilerde değil de hayal gücüyle yaptığımız projelerde biraz sıkıntılar oldu düşünmek sıkıntı oldu. Arkadaşlarda pek olduğunu düşünmüyorum, onlar hayal gücünde çok iyi şeyler yaptı. Belki teorik bilgilere alışık olduğumuz her zaman projeleri teorik bilgilerle yaptığımız, hayal gücümüzü şu ana kadar pek çok projelerimize katmadığımız için sıkıntı yaşadık*” şeklinde açıklamıştır.

Ali`in ifadesinden uygulamaların öğrencileri düşünmeye sevk ettiği ve bu yönüyle de diğer geleneksel yöntemlerden ayrıldığı söylenebilir. Diğer katılımcılardan olan Asya, Ayşe ve Naz sırasıyla düşünmeyle ilgili olarak;

“*Bir şeyin üstünü bu şeyi nasıl geliştirme konusunda çok fazla düşündüm. Bunun üzerine neler ekleyebilirim, hangi açılardan düzeltebilirim gibi çok düşündüm. Bunu da hocam sayesinde geliştirdim uyguladım*” (Asya),

“Uygulama sırasında şöyle bir güçlükle karşılaştım. Acaba şu materyali şurada kullansam mı yok şurada mı kullansam veya buraya nasıl bir şey getirebilirim, hangi parçayı kullanabilirim. Birde kendimden hayal dünyamı yansıtmada problem yaşadım nasıl bir tasarı yapabilirim diye. Sonrasında çok fazla sorunum olmadı” (Ayşe),

“Aslında daha çok kişisel güçlükler oluyordu, yani daha çok yaptığımız uygulamalar bizim kendi düşüncemize dayalıydı ve biz ilk defa bu yöntemle karşılaştık. O yüzden başta bir ne oluyor gibi bir durum olmuştu. O yüzden yaptığımız etkinliklerde kendi düşüncelerimizi çok çabuk oluşturamıyorduk. O yüzden bu biraz başlarda sıkıcı olmaya başlıyordu, daha sonra işte öğretmenin yardımıyla daha etkili olmaya başlamıştı düşüncelerimizi oluşturmakta. Çünkü bu ilk defa karşılaştığımız bir yöntemdi, belirli bir düşüncemiz yoktu o yönteme karşı o yüzden içine birdenbire girince kimya dersine çok bambaşka bakmaya başladık” (Naz) şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır.

Malzeme temini kodu altına giren tek bir katılımcı bulunmaktadır. Burada basit malzemeler kullanıldığı için diğer katılımcıların bu konuda herhangi bir sorun yaşamamış olduğu düşünülebilir. Malzeme temini ile ilgili sorun yaşadığını ifade eden Aslı düşüncelerini *“Özellikle malzeme bulma konusunda, bir şeyin üstünü bu şeyi nasıl geliştirme konusunda çok fazla düşündüm. Bunun üzerine neler ekleyebilirim hangi açılardan düzeltebilirim gibi çok düşündüm, bunu da hocam sayesinde geliştirdim uyguladım”* şeklinde ifade etmiştir.

Ek çalışma yapmak zorunda kaldığını ifade eden Aslı'nın ifadesi ayrıntılı olarak irdelendiğinde aslında çalışma miktarının normalden fazla olmadığını belirttiği görülmektedir. Aslı düşüncesini *“Biraz daha fazla uğraşıyoruz. Ya aslında fazla değil gerektiği kadar”* olarak açıklamıştır.

Diğer taraftan grup çalışmasıyla ilgili olarak güçlük yaşadığını ifade eden kişi sayısının beklenenden daha az olarak tespit edilmesidir (Hale ve Ata). Örneğin katılımcılardan Hale, *“Mesela takım olarak çalıştık aramızda bazı anlaşmazlıklar oldu. Bir liderlik şeyi de oldu. Sen onu yönetiyorsun bu onu yönetiyor gibi şeyler oldu. Arkadaşlar arasında bazı sürtüşmeler olabildi takım arasında...”* olarak takım çalışmasıyla ilgili yaşadığı güçlükleri ifade etmiştir.

Yukarıda belirtilen ifadelerden farklı olarak Ece süreçte herhangi bir güçlkle karşılaşmadığını “*Dürüst olmak gerekirse olmadı yani gayet başarılı bir geçtiğimi düşünüyorum*” cümlesiyle ifade etmiştir.

Tablo 145. Uygulamanın İlginç Gelen Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	Uygulama Sürecinin İlginç Yönleri							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Uygulama	√				√		√	
Bilgiye kendi ulaşımı		√	√					√
Sergi			√					
Başarı hazzı				√			√	
Bilim insanları						√		

Katılımcılardan Ali, Hale ve Naz yapılan uygulamaların kendilerine ilginç geldiğini ifade etmişlerdir. Verdikleri uygulama örneklerine bakıldığında uygulamaların genelde teknolojik uygulamalar oldukları tespit edilmiştir. Bu durum katılımcıların teknolojik uygulamalara yönelik olumlu bir yönelim ve algılarının bulunduğunu düşündürmektedir. STEM yaklaşımının temel aldığı disiplinlerden biri olan teknoloji ile ilgili öğrenci ifadeleri yapılan çalışmaların amacına uygun olarak gerçekleştirildiğini şeklinde yorumlanabilir. Örneğin katılımcılardan Hale “*Elements 4D deneyini yapmıştık. Orada ilk defa bir elementin iç yapısını gözlemlemiştim bu benim çok hoşuma gitmişti mesela ilk defa gördüğüm bir şeydi yani*” cümleleri ile düşüncelerini dile getirmiştir.

Tablo 145 incelendiğinde katılımcılarda üçü için (Asya, Aslı ve Ata) bilgiye kendilerinin ulaşmaya çalışmasının ilginç geldiği görülmektedir. Bu durum aslında manidar bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Ağırlıklı olarak geleneksel yöntemlerle ders işlenen sınıflarda öğrenciler bilgiyi hazır olarak almakta veya bir kaynak üzerinden dersler takip edilmektedir. Bu duruma alışan öğrenciler için kendilerinin bilgiye ulaşmak zorunda kalması farklı bir durum olarak algılanabilmektedir. Bu konuda fikir ortaya koyan katılımcıların görüşlerine bakıldığında;

“*Birçok yönü var aslında. Eskiden bu türde bir uygulama yoktu bizim hayatımızda, bilgiyi kendim bulmayı öğrendim. Başta, eskiden hep tek hocalarımızın verdiği bilgiyle yetinirken, şimdi kendi bulduğumuzu da hocalarımızın anlattıklarının üstüne katarak birçok fazladan bilgi edindim*” (Asya),

“İlginç gelen yönleri diğer derslerde pek bir emek sarf etmiyorduk. Ama bu derste emek sarf ediyorduk. Labratuvar da sürekli hareket halindeydik birbirimizden materyal alışverişi falan yapıyorduk. Aynı zamanda bu da hem bizim yararımıza oldu, hem de hani konu hakkında yaptığımız projeye ve konuya emek verdiğimiz için aklımızda kalması daha iyi oldu. Üzerinde bir emek vardı” (Ata) şeklinde ifadelerle yer verdikleri tespit edilmiştir.

Araştırma sonunda ortaya çıkan ürünlerin sergilenmesi katılımcılardan Aslı açısından ilginç olarak algılanmıştır. Gerçekte bu uygulama çalışma planlamasına ek olarak eklenmiş olup, katılımcıda uyandırdığı duygu ve düşüncelere bakılarak olumlu bir etki yarattığı söylenebilir. Aslı konu ile ilgili duygularını *“... Sergilerde genel olarak tüm okul öğretmenlerimizin gördüğü projelerimiz vardı. Projelerimizi okul öğrencilerine anlattık, nasıl yaptığımızı ne düşündüğümüzü anlattık onlara. Kendimiz ne kadar öğrenmişiz diye bakarken hem de başkalarına bir şeyler öğretebiliyoruz, hem yeniden aklımıza getiriyoruz bilgileri unutmamak için daha iyi oluyor hem. Hem de başkaları da bu bilgidan etkilenebiliyor”* olarak ifade etmiştir.

Araştırma ile ilgili en anlamlı bulgulardan biri katılımcıların süreçte kendilerini değerli hissetmeleri ile ilgili bulgulardır. Bu konuda katılımcılardan Ayşe ve Naz düşüncelerini sırasıyla aşağıdaki şekilde ifade etmektedirler.

“İlginç gelen yönleri, kendimi aştım bu bana çok ilginç gelmişti. Ben şunu yapamam dediğim şeyleri yapmaya başladım veya yaptığımız etkinliklerde ödev yaptığımda bir su karton şişesinden çok güzel bir tasarı çıkardım. Bu benim için çok ilginçti, yapılmaz denen bir şeyi yaptığımı düşünüyorum” (Ayşe),

“Öğretmeler bizim fikirlerimize de önem veriyorlardı yani bizim fikirlerimize de önem verilmesi de aslında ilginç geliyordu bana yani çünkü” (Naz).

Son olarak Ece bilim adamlarının hayatlarının kendisine ilginç geldiğini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.

“Bilim insanının hayatını araştırdığımızda sadece kimya için değil başka alanlar içinde yaptığı çalışmaları gördük ya da kendi özel hayatının da nasıl olduğunu bilgilerden öğrenmiş olduk. Yani şöyle söyleyeyim bizim gözümüzde bilim adamları

gayet kolay bilim adamı olmuş gibi ama onların hayat aşamalarını öğrendikçe onların güçlükle karşılaştıklarını öğrendik onların bazı şeyleri ortaya koymak için kanıtları ispat etmek için gerçekten çaba sarf ettiklerini öyle kolay bir şey olmadığını öğrendik”. İfade ayrıntılı olarak irdelendiğinde araştırmaya konu olan bilimin doğası ve temel ilkeleri ile ilgili öğrencilerde olumlu bir etki ortaya çıktığı söylenilebilir. Katılımcı bilim adamları ve çalışmaları ile ilgili istedik fikirler ortaya koymuştur.

Katılımcılara yöneltilen “Uygulama sonunda öğrenmenizin anlamlı olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna ilişkin katılımcıların tamamı evet cevabını vermiştir. Araştırmacı tarafından evet cevabı irdelenmiş ve katılımcıların sebep belirtmeleri istenmiştir. Aşağıda yer alan Tablo 146 katılımcı gerekçelerine göre oluşturulan kodlardan oluşturulmuştur.

Tablo 146. Uygulama Sonunda Öğrenmenin Kalıcı Olduğunu Düşünenlerin Nedenlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	STEM Temelli Etkinliklerin Kimya Derslerinde Kullanımının Kalıcılığına Ait Nedenler							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Sınav puanları	√		√					
Eğlenceli süreç				√				√
Farklı uygulamalar					√		√	
Öğrenme sorumluluğu						√		

Tablo 146’da görüldüğü üzere katılımcılardan Asya hariç diğer katılımcılar uygulamaların kalıcılığı ile ilgili olarak farklı kodlar altına giren nedenler ortaya koymaya çalışmışlardır. Asya ise, uygulamaların kalıcılığını “Tabi ki yıllar sonra bile bu öğrendiklerimi unutmayacağımı söyleyebilirim” cümlesiyle ifade etmiş fakat gerekçe belirtmemiştir.

Tablo incelendiğinde katılımcıların farklı gerekçeler ve deliller ortaya koymaya çalıştığı görülmektedir. Özellikle konu ile ilgili bazı katılımcıların kullandıkları ifadeler dikkat çekicidir. Katılımcı ifadelerine bakıldığında sınav puanlarını gerekçe olarak belirten Ali düşüncelerine “Evet uygulama sonunda atom ve periyodik sistemden aklımızda kalanlar oldu, arkadaşlarında yazılılarına yansıdı notlarında düzelmeler oldu. Aklımızda kaldı evet uygulamalar projeler videolar farklı uygulamalar sayesinde” cümleleriyle açıklama getirmiştir.

Katılımcılardan Asya, Aslı, Ayşe ve Ece uygulamaların kimya derslerinde kullanımının herhangi bir olumsuz yönü bulunmadığını ifade etmiştir. Bu katılımcılardan Asya düşüncelerine *“Hayır düşünmüyorum. Genel olarak çok eğlenceli geçti derslerimiz. Başka türlü işleseydik bu kadar eğleneceğimiz düşünmüyorum ve böyle daha akılda kalıcı oldu”* şeklinde açıklık getirirken, Ece *“Olumsuzluk yoktu benim için gayet olumlu bir süreç olarak geçti kötü bir şey olmadı benim için benim adıma olumsuz bir şey söz konusu değildi”* olarak açıklık getirmiştir.

Diğer katılımcı ifadeleri incelendiğinde katılımcılardan Ali'nin proje hazırlama sürecini olumsuz bir yön olarak ifade ettiği görülmektedir. Ali konu ile ilgili düşüncelerini *“Sadece arkadaşlar projelerde biraz fazla sıkıldıklarını söylediler. Ama sonradan onlarda sevmeye başladı proje yapmayı, başka olumsuz bir yanı yok. Şimdi dersin işleyişi biraz değişiyordu projeler videolar vs. arkadaşlara belki değişik gelmiştir. Sonradan onlarda kimya dersinde eğlenmeye çabuk kavramaya başladılar dersi”* cümleleriyle düşüncesini savunmuştur.

Süreçte yorulduğunu ifade eden Hale düşüncelerini ortaya koymak için *“Ya biraz daha yorucu oluyor. Mesela sürekli bir şeyler yapıyoruz. Diğer derslere de belki ağırlığımızı veremeyiz daha çok kimya dersine verdiğimiz için o derslerimiz biraz kötüleşebilir ama kimya dersimiz daha da iyi oluyor. Yani bizi biraz yoruyor, ama yine de iyi oluyor”* şeklinde ifadeler kullanırken, uygulamaların sınav sistemine tam olarak uygun olmadığını ifade eden Naz düşüncelerini *“Bizim eğitim sistemimizde daha çok sınava dayalı bir eğitim sistemimiz var ve eğitim sistemimizde defterdekini ezberleyip yazılıya o şekilde giriyorduk. Bizim düşüncelerimize fazla önem verilmiyor, bize verdikleri müfredata göre dersleri işliyorduk. Fakat, bu yöntemde bizim düşüncelerimize göre ders işleniyordu”* şeklinde açıklamıştır.

Son olarak ders notu tutamamakla ilgili sıkıntı yaşadığını belirten Ata *“Bence bazen de ek not çıkarabilirdik ama geri kalanda olumsuzluk yok. Bazı önemli bilgileri ek not olarak çıkarabilirdik hani kendimiz yazabilirdik”* ifadelerini kullanmıştır. Ata'nın ifadesine bakıldığında burada da katılımcıların geleneksel yöntemlerde sıklıkla kullanılan “not tutma” alışkanlığının etkileri dikkati çekmektedir.

Tablo 148. Kimya Derslerinin Farklı Etkinliklerle İşlenmesinin Olumlu Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Anlamli öğrenme	√	√	√	√	√	√	√	√
Eğlenceli	√				√		√	
Dersi sevdirmeye	√			√	√			
Bilim insanı gibi düşünme					√			

Katılımcıların tamamı uygulamaların anlamlı öğrenmelerine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Anlamlı öğrenmesine yol açtığını düşünen katılımcılardan Asya “*Akılda kalıcı oldu. Mesela eski yöntemlere baktığımız zaman akılda kalıcı olmuyordu. Mesela iki yıl önceki konuyu hatırlayamam ama bundan dört yıl sonra bile bugün işlediğimiz konuları hatırlayabileceğimi düşünüyorum. Çünkü birçok deney yaptık sadece okuyarak değil gözlemleyerek öğrendik birçok şeyi, mesela elektroliz deneyinde gördüğümüz gibi hidrojen ve oksijenin nasıl ayrıştığını kendi gözlerimizle görmüş olduk birçok şey kattı bana*” şeklinde cümleler ile düşüncelerini savunmuştur. Aynı kod altına giren bir başka katılımcı olan Naz “*Olumlu yönler... derslerde sıkılmıyorduk çünkü hoca anlatıyor biz dinliyoruz yazıyoruz gibi bir durum yoktu. Biz de konuşuyorduk sizinle daha çok etkileşim içerisine giriyorduk, dediğim gibi kendimizi daha çok ispatlıyorduk. Aslında bilgiler daha kalıcı oluyordu. Çünkü ezberlediğimizi, özellikle işlediğimiz konular daha çok sözeldi, ezberlediğimizi çok daha çabuk unutuyorduk ama sizle uygulamalar yaptığımız zaman o uygulamalar bir şekilde aklımıza yer ediniyordu, o şekilde daha çok kalıcı oluyordu bilgiler kafamızda*” cümleleri ile düşüncelerini ortaya koymuştur.

Katılımcılardan Ali uygulamaların birden fazla olumlu yönü olduğunu ifade etmiştir. Eğlenceli kodu altında “*Olumlu yönleri var. Derste sıkılmadan dersler eğlenceli bir şekilde geçiyor, dersleri çabuk kolay öğrenebiliyoruz, kavrayabiliyoruz. Olumlu yönleri bu*” ifadelerini kullanmıştır.

Katılımcılardan Ayşe'nin ifadesinde derse ilgisinin arttığını “*Dediğim gibi derse çalışmak için ilginç oluyor çünkü bizim sözlerimizde geçerli oluyor. Ben şunu biliyorum derste gördük falan oluyor çok ilginç şeyler izledik derste onlar hakkında araştırma yapma gereği duydum, onlar hakkında araştırma yaptım diğer hafta geldik*”

arkadaşlarla tartıştık, çalışma kağıtlarımızda boş bulduğumuz yerleri doldurmaya çalıştım. Böylelikle çok yararlı bir çalışma oldu ilk başta gereksiz belki de saçma gibi gelmişti bunu sınavlarda ve ünite bittikten sonra çok faydasının olduğunu gördüm. Aklıma çok net bir şekilde oturdu” cümleleriyle açıklamıştır.

İlgili kategori altına giren kodlardan belki de en dikkati çeken kod bilim insanı gibi düşünmesine yol açtığını ifade eden Hale'nin “Bilim adamları gibi düşünmemize yarıyor. Belki de biz bir şey bulacağız ileride böyle deneylerle yaptığımızda. Mesela Einstein kütlenin korunumunu buldu biz de daha farklı bir şey bulabiliriz, bu tarzlarda bu deneyler sonucunda” şeklindeki ifadeleridir.

Katılımcılara “Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini ister miydiniz?” sorusu sorulmuştur. İlgili soruya katılımcıların tamamının devamlılığını istedikleri yönünde cevap vermeleri çalışma açısından önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, araştırmacı tarafından verilen cevaplar görüşme esnasında irdelenerek, katılımcıların düşüncelerini ayrıntılı olarak ortaya koyması sağlanmıştır. Buna göre, katılımcıların STEM temelli etkinliklerin kimya derslerinde kullanımının devamlılığını isteme sebepleri ile ilgili oluşturulan kodlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 149. Kimya veya Genel Olarak Fen Derslerinin Zengin Etkinlikler Yardımıyla İşlenmesinin İstenme Nedenlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	STEM Temelli Etkinliklerin Kimya Derslerinde Kullanımının Devamlılığı							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Anlamli öğrenme	√	√	√	√	√	√		
Eğlenceli	√			√	√			
Düşüncelere değer verilmesi							√	
Teknoloji kullanımı								√
Kişisel gelişim								√

Katılımcılardan Aslı etkinlik ve uygulamaların anlamli öğrenmeyi kolaylaştırdığı için devam etmesini istediğini aşağıdaki cümlelerle açıklamıştır. “Tabi ki isterim. Çünkü hem daha kolay geliyor hem öğrenmemiz kolaylaşıyor ezber dışında bir öğrenim gerçekleştiriyoruz. Yani şu an eğitim sistemimiz ezber üzerine dayalı herkes bunun zaten farkında. Ama şuan işlediğimiz kimya dersleri ezberden daha çok öğrenme aklımıza yatması mantığını anlamamız üzerinden gidiyor”.

Katılımcılardan Ayşe ve Hale yine benzer olarak uygulamaların eğlenceli ve anlamlı öğrenmeyi sağladığını ifade etmişler ve düşüncelerini;

“İlk başta istemezdim ama düşündükçe ve kimya derslerine katılır hale geldikçe çok eğlenceli olduğunu gördüm ve bence kesinlikle yapılmalı... yani aslında ders çalışma şeyiydi bizim için videolar olsun çalışma kağıtları olsun yaptığımız etkinlikler olsun model yaparken bile ders çalışıyorduk ödev yapmak için değil zaten o modeli de bilgilerimizle derste işlediğimiz konularla alakalı bütünleştirdiğimizde zaten çok iyi bir model veya ders ödev çıkartabiliyorduk bu da bence yapılmalı diye düşünüyorum...” (Ayşe)

“Bir kere dersi sıkıcı işlemiyoruz eğlenerek işliyoruz bu da bizim dersi daha çok sevmemizi teşvik ediyor. Ondan sonra bilginin daha kalıcı ve istekli olabileceğini şey yapıyoruz. Mesela her zaman bilgi öğrenmek istiyoruz derslerde acaba yeni bir şey var mı böyle bir şey olacak mı diye hep düşünülüyor yani istiyoruz bilgiyi ve bilgide daha kalıcı oluyor bizde böyle yaparak” (Hale).

Araştırmanın başında fen dersleri ile ilgili öğrencilerin zor, sıkıcı ve gerçek hayattan uzak olduğunu düşündükleri ifade edilmiştir. Bu durum aynı zamanda araştırmanın gerekçelerinden birini oluşturmaktadır. Yani gerçekleştirilen uygulama ve etkinliklerle öğrencilerin kimya veya genel olarak fen derslerine karşı olumsuz öğrenci görüşlerini olumluya çevirmek amaçlanmıştır. Öğrenci ifadeleri dikkate alındığında, “atomun yapısı” gibi öğrenciler tarafından *soyut ve zor* olarak algılanan bir konu ile ilgili öğrencilerin düşünceleri bu çalışma açısından oldukça anlamlıdır.

Araştırmada özellikle teknoloji kullanımı ile ilgili katılımcı ifadeleri de sıklıkla yer almaktadır. Katılımcılardan Ata teknoloji kullanımı ile ilgili, *“Biraz daha sözel dersler biyoloji kimya matematik fizik vb. gibi derslerde biraz daha sözeli katarsak aynı zamanda işlemlere dayalı teknolojiyi falan kullanabilirsek bence daha etkili bir eğitim olabilir”* şeklinde düşüncelerini açıklamıştır.

Diğer taraftan düşüncelerine değer verildiği için devamlılığını istediğini ifade eden Naz bazı sıkıntılarında olabileceğini ifade etmektedir. Naz konu ile ilgili düşüncesini *“Ya dediğim gibi bizim o sınav dönemimiz olmasaydı gerçekten çok güzel işleniyordu, ama o sınav dönemine kadar her şey çok güzel sınav döneminde çok verimli*

olamıyorduk bundan sonraki ya bence işlenmeli ama temelden değiştirilmeli bu sistem. Her ders aslında sadece kimya dersi değil. Her derste kökten bir değişiklik yapılıp daha çok bizim fikirlerimize önem verilmesi gerektiğini düşünüyorum. Aslında kimya dersinde işlediğimiz tam benim tanımlamaya çalıştığım sistemdi” olarak açıklamıştır. Öğrenci ifadesine bakıldığında katılımcının eleştirel bir gözle yorum yaptığı görülmektedir. Araştırmanın ya da STEM yaklaşımının dolaylı amaçlarından biri de aslında öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden olan düşüncelerini rahat ve yaratıcı olarak ifade edebilme noktasında ilerleme kaydedebilmeleridir. Bu anlamda Naz`nin ifadeleri beklenen amaçları karşılar niteliktedir.

Katılımcılardan Ata`da benzer olarak uygulamaların kişisel gelişimine katkı sağladığını ifadelerinde vurgulamıştır. Ata konu ile ilgili düşüncelerini “*Kesinlikle isterdim. Çünkü hem kendi fikrimiz hem de yararlandığımız teknolojiler çalışma kağıtları vb. grup çalışması falan bize gelecekte çok fazla katkı sağlayacağını söylüyorum ve üstüne birkaç şey de eklenerek bence çok daha güzel olabilir. En önemlisi sürekli olarak konuşma halinde ve çalışma halinde olduğumuz için gelecekte bir meslek edindiğimiz zaman toplumla daha iyi diyaloga geçebiliriz. Aynı zamanda insanlara sadece sözlü yazılı bir metin değil de onlara sözlü bir şekilde de uyarıp onlara açıklık getirebiliriz*” olarak açıklamıştır.

Tablo 150. STEM Uygulamaları ile Geleneksel Uygulamaların Karşılaştırılmasına İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kodlar	STEM uygulamaları ile geleneksel uygulamalar							
	Katılımcı							
	Ali	Asya	Aslı	Ayşe	Hale	Ece	Naz	Ata
Deney	√				√			
Grup çalışması	√				√			
Bilim insanları	√			√				√
Video	√			√				
Anlamli öğrenme		√	√	√	√	√	√	√
Farklı uygulamalar		√			√	√	√	
Üretme/ Tasarlama		√						
Bireysel öğrenme			√	√		√	√	
Keyifli süreç				√			√	√
İyi ilişkiler kurma						√		√

Tablo 150 incelediğinde, katılımcıların her birinin STEM uygulamaları ile geleneksel uygulamaları birden fazla açıdan karşılaştırdığı görülmektedir. Deney kodu altında Ali düşüncelerini “*Önceki kimya derslerinde deneyler çok fazla olmuyordu deney sayısı*

azdı burada deneyleri çok yaptık burada beraber grupça çalışmalar yaptık. Eskiden kimya dersleri sıradan bir şekilde geçiyordu burada grupça deneyler yaptık vidolar izledik bilim adamları hakkında bilgiler öğrendik” olarak ifade etmiştir.

Grup çalışmasının bir farklılık olduğunu düşünen katılımcılardan Hale *“Mesela takımsal olarak çalıştık grup halinde bu da bizim arkadaş ortamında daha iyi anlaşabilmemizi sağladı, liderlik gücümüzü arttırdı mesela zihinsel olarak uygulama olarak yaptığımız için aklımızda daha kalıcı oluyor ve unutmamızı engelliyor”* cümleleriyle grup çalışmasının ve kendince öneminin altını çizmiştir.

Bilim insanları çalışmada farklı soruların altında kod olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kategori altında da üç katılımcı (Ali, Ayşe ve Ata) araştırmada gerçekleştirilen uygulama ile geleneksel sınıf ortamları arasındaki fark olarak bilim insanlarını göstermiştir. Bu katılımcılardan Ata *“...işlediğimiz bilim adamları konusunda mesela onların hem özelliklerinden ailevi yönlerinden falanda bahsetmiştik bu bizim daha iyi öğrenmemize katkı sağladı”* şeklinde ifadelerle düşüncelerini açıklamıştır.

Teknoloji destekli uygulamalardan video içeriklerini bir fark olarak gören katılımcılardan Ayşe *“Değişik videolar izledik onlar sayesinde aklımda çok çabuk kaldı”* şeklinde ifade kullanmıştır.

Katılımcıların tamamının STEM uygulamalarının, geleneksel sınıf uygulamalarına göre daha anlamlı öğrenmeye yol açtığına dair görüş bildirmesi dikkat çekicidir. Örneğin, Hale *“Uygulama olarak yaptığımız için aklımızda daha kalıcı oluyor ve unutmamızı engelliyor”* şeklinde düşünce belirterek atom ve periyodik sistem konusunda anlamlı öğrenme gerçekleştirdiğini savunmaya çalışmıştır. Diğer bir katılımcı olan Ata ise düşüncelerini *“Diğer derslerde genellikle sürekli olarak yazı yazıyorduk, yani ezbere bir yöntem kullanıyorduk”* şeklinde ifade etmiştir.

Farklı uygulamalar kodu altında görüş belirten Ece *“...farklı etkinlikler yaptık mesela kendimize özgü periyodik sistem tasarladık atom modeli yaptık. Bunun gibi bunları yapmak için de belirli bir araştırma yaptık. Bu araştırma sayesinde de öğrendik”* şeklinde ifadeler kullanırken, üretme/ tasarlama kodu altında görüş belirten Asya *“Ben öncelikle üretmeyi öğrendim, bir ürünün nasıl üretileceğini öğrendim, tasarlamayı, hayal kurmayı geliştirdi benim açımdan bu yüzden çok faydalı olduğunu*

düşünüyorum” cümleleri ile düşüncelerini ortaya koymaya çalışmıştır. Bu durum STEM yaklaşımının da temel ilkelerinden olduğundan bu bulgu da araştırma açısından önemli görülmektedir.

Uygulama ile geleneksel yöntemler arasındaki farklılık ile ilgili katılımcı ifadelerinden “bireysel öğrenme” kodu altına giren üç katılımcı (Aslı, Ece ve Naz) ifadesi bulunmaktadır. Katılımcı ifadeleri aşağıda yer almaktadır.

“Bu yöntemde kendimiz araştırdık. Kendi araştırmalarımızdan dolayı bilgiyi kendimiz edindik bu bilgi edinme yolu da daha öğretici oluyor önceden sadece öğretmenlerimizin anlatmasında sadece sözel olarak anlıyorduk genelde o yüzden öğrenemiyorduk ya da kalıcı olmuyordu. Öğrendiklerimiz sınavdan önce daha genel tekrarlar yapmamız gerekiyordu ya da birkaç yıl sonra hatırlamaya çalıştığımızda eskisi gibi yapamıyorduk konuları. Şuan öyle olduğunu düşünmüyorum yani birkaç yıl sonra yine aynı şekilde hatırlayacağımı düşünüyorum” (Aslı),

“Kendi işlediğimizde kendi yapmış olduğumuz çalışmalar neticesinde kendimiz araştırmakta olduğumuz için insan kendi araştırdığını daha iyi öğrendiğinden dolayı kendimiz daha iyi benimseyip daha iyi öğrendik bunu söyleyebilirim” (Ece),

“Öğrenme işlerini biz yapıyoruz. Daha çok uygulamalı bir yöntem oluyor ve daha eğlenceli geçiyor derslerimiz önceki derslerde yazıyoruz okuyoruz soru çözüyoruz bitiyordu. Fakat bunda öğrendiğimizi uygulama gibi bir şansımızda oldu” (Naz)

Öğrencilerden üçünün (Ayşe, Naz ve Ata) süreçten keyif aldıklarını ifade etmeleri bu çalışma ile ilgili gayet olumlu bir bulgudur. Katılımcılardan Naz *“Daha çok uygulamalı bir yöntem oluyor ve daha eğlenceli geçiyor derslerimiz”* şeklinde ifadeler kullanmıştır.

Katılımcılardan ikisi (Hale ve Ata) sürecin iyi ilişkiler kurabilmelerine olanak sağladığını belirtmiştir. Bu durum çalışmayla ilgili farklı bir bulgu olarak ortaya çıkmaktadır. Katılımcılar grup çalışması ve öğrenci öğretmen iletişimi ile ilgili olumlu görüşler belirtmişlerdir. Grup çalışması ile ilgili olumlu düşüncesini Hale *“Mesela takımsal olarak çalıştık grup halinde bu da bizim arkadaş ortamında daha iyi anlaşabilmemizi sağladı”* şeklinde ifade ederken, kullanılan yöntemin öğretmen

öğrenci iletişimini arttırdığını düşünen Ata ise düşüncesini, “*Öğrenci öğretmen ilişkisi hem daha iyi oluyor sürekli olarak diyalog halindeyiz*” şeklinde belirtmiştir.

4.2.2. Uygulayıcı Kimya Öğretmeni ile İlgili Bulgular

Öğretmen Ela'ya gerçekleştirilen uygulamalar ve STEM eğitimi ile ilgili açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Ela'nın verdiği cevaplardan oluşturulan kategoriler ayrı ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.2.2.1 Kimya Derslerinin Güçlendirilmesinde STEM Yaklaşımının Kullanımı

Öğretmen Ela'ya kimya derslerinin güçlendirilmesi amacıyla STEM yaklaşımının kullanılıp kullanılmayacağı hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Ela kullanılabileceğini düşünmekle birlikte bazı çekinceler ifade etmiştir. Konu ile ilgili olarak Ela düşüncelerini “*Bence olabilir. Çünkü öğrencilerden çok olumlu dönütler aldım. Öğrenciler süreçte eğlendi. Başta kabullenmeleri zor oldu ama biraz zaman geçince alıştılar ve hoşlarına da gitti. Kimya ders içerikleri de 9. ve 10 sınıf seviyesinde hem içerik hem de zamanın yetiştirilmesi açısından oldukça uygun. Bence kullanılabilir*” şeklinde düşüncelerini açıklamıştır. Buna karşılık çekincelerinin olduğunu da “*Ama maalesef 11 ve 12. Sınıf seviyesinde öğrencilerin sınav kaygıları olduğu için biraz sıkıntı olabilir*” cümleleri ile ifade etmiştir.

4.2.2.2 Kimya Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Avantajları

STEM yaklaşımının avantajlarına dair Ela'nın ifadeleri incelendiğinde birden fazla avantaj belirttiği görülmektedir. Ayrıca, katılımcıdan avantajları öğretmen ve öğrenci açısından ayrı ayrı değerlendirmesi istenmiştir. Ela öğretmen açısından avantajları, “*Mesela öğrenciler derse daha motive olduklarını hissetti yani derste daha motive idiler. Normalde mesela bizim derslerimiz ne tam sözeldir ne tam sayısaldır böyle arada bir derstir. O yüzden fen derslerine karşıda öğrenciler genel olarak çok ilgili değiller maalesef. Özellikle benim çalıştığım okulda öğrencilerin hani daha çok fen dersleriyle ilgili sıkıntıları var. Ama bu yaptığımız uygulamada gerçekten öğrencilerin daha iyi motive olduklarını gördüm. Onun dışında mesela bende kendi açımdan kendimi geliştirdiğimi hissettim böyle bir avantaj olduğunu söyleyebilirim. Onun dışında mesela öğrencilerin ilgileri de yüksekti derse daha ilgilirdi... mühendisliğin kimya dersinde kullanılacağını düşünmezdim ben mesela. Gerçekten yaptığımız*

uygulamalarda gördüm ki öğrencilerin yaptığı tasarımlar da esasen bir mühendislik tasarıma giriyor. Bu benim açımdan bakış açımı değiştirdi gerçekten” olarak ifade ederken; öğrenci açısından avantajları, “*Öğrenci açısından da öğrencilerin gerçekten ilgilerini ve motivasyonlarını artırdı derse karşı. Öğrenciler her gün hazır geldikleri için derse daha böyle işler hızlı ilerledi iyi ilerledi. Özellikle bir takım görsel şeyler öğrencilerin çok dikkatini çekti özellikle videolar vs. öğrencilerin ilgilerini çok fazla çekti. Bir de bazı şeyleri kendileri ürettiler değişik etkinlikler falan yaptık o da bazı öğrencilerin mesela özellikle bu alana ilgisi olan öğrencilerin merakını daha çok artırdı. Mesela ders aralarında falan geliyorlardı bana sorular soruyorlardı vs. mesela bazı uygulamalarda normalde teneffüse bile çıkmadılar yani ciddi anlamda böyle ilgilerinde motivasyonlarında olumlu bir şey vardı öğrencilerin artış vardı. Kendi kendilerine de bazı şeyleri yapabilmenin de olumlu yanları oldu mesela özgüvenlerinin arttığını derste mesela kendiliklerinden parmak kaldırıp söz alıyordu mesela bu da öğrencilerin özgüvenlerini olumlu etkiledi diye düşünüyorum”* olarak sıraladığı görülmektedir.

4.2.2.3 Kimya Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanmanın Dezavantajları

Katılımcıya süreçte gözlemediği dezavantaj oluşturabilecek durumlar sorulmuştur. Yine öğrenci ve öğretmen açısından ayrı ayrı durumu değerlendirmesi istenmiştir. Buna göre öğretmen açısından dezavantajlı durumları Ela; “*Öğretmen açısından mesela kendim açımdan söyleyeyim mesela gerçekten biraz zaman alıyor yani şöyle öncesinde hazırlık yapmanız gerekiyor, ders esnasında birden fazla şey kullanıyorsunuz hani biraz gerçekten zamanı ve planlamayı iyi ayarlamak gerekiyor eğer ayarlamazsanız maalesef işler biraz sekteye uğrayabiliyor. Öğretmen açısından sadece bunu söyleyebilirim. Birde mesela bende gerçekten hani bu STEM ile ilgili herhangi bir çalışma yapmadığım için biraz ilk başta zorlandım gerçi daha sonrası pekişti oturdu bende mantığını anladıktan sonra biraz daha yoluna girdi işler ama ilk başta gerçekten hani bilmediğim bir şey olduğu için biraz zorlandım. Bu anlamda öğretmenin bir eğitimden geçmesi gerekiyor hatta böyle uzun süreli bir eğitimden geçmesi gerekiyor. Dediğim gibi zamanlama anlamında belki biraz sıkıntı olabilir”* cümleleriyle savunmuştur.

Öğrenci açısından değerlendirme yapması istendiğinde Ela düşüncelerini, “*Öğrenci açısından da öğrenci normalde bir sisteme alışmış ezberci bir sistem, sürekli öğretmen veriyor, öğrenci alıyor, öğretmen veriyor, öğrenci alıyor. Şimdi bu biraz değişik bir yöntemdi burada öğrencinin kendi çalışması gerekiyordu. Kendi gidiyordu önceden derse hazırlığını yapıyordu derse hazırlıklı geliyordu. İşte benim mesela araştırmacının hazırladığı çalışma kağıtlarını önceden öğrenciye veriyordum onunla ilgili mesela araştırma yapması gerekiyordu. İlk başlarda öğrenciler biraz sıkıntı çıkardılar işte uygulamak istemediklerini söylediler, ödev yapmakta zorlandılar vs. ama sonrasında onlarda oturtular yani ilk birkaç haftadan sonra işler daha böyle rayına girdi öğrencide artık keyif almaya başladı, öğrenci içinde keyifli bir süreç oldu*” ifadelerini kullanarak açıklamıştır.

4.2.2.4 STEM Temelli Etkinliklerinin Uygun Olduğu Kimya Konuları

Katılımcıdan STEM temelli ders etkinliklerinin hangi kimya konularına daha uygun olduğunu düşündüğü sorulmuştur. Ela birçok kimya konusuna uyarlanabileceğini düşündüğünü ifade etmiştir. Konu ile ilgili öğretmen ifadesine bakıldığında katılımcının düşüncelerini “*Mesela işte biz katı sıvı gazları anlatıyoruz 9. sınıflarda. Orada çocuklara farklı tasarımlar yaptırılabilir farklı teknolojik uygulamalar yapılabilir mesela o uygun olabilir diye düşünüyorum. Onun dışında mesela tanecikler arası etkileşimler var yine 9. sınıflarda. 9. sınıflara girdiğim için bu sene onlardan örnek veriyorum. Tanecikler arası etkileşimlerde farklı modellemeler yaptırılabilir çocuklara diye düşünüyorum. Yine aynı şekilde teknolojik destek alınarak tanecikler arası etkileşimler anlatılabilir diye düşünüyorum. Birçok kimya alanına konusuna uygulanabilir diye düşünüyorum*” şeklinde açıkladığı görülmektedir.

4.2.2.5 Uygulamalar Esnasında Yaşanan Zorluklar

Katılımcıya uygulamalar esnasında yaşadığı zorluklar sorulmuştur. Ela uygulamanın başında bazı sıkıntılar yaşadığının “*İlk bir iki hafta benim için gerçekten zordu yani her şeyi doğru ve yerinde yapmak istiyordum. Araştırmacımız bu konuda da destek oldu çok destek oldu bazen derslere birlikte girdik, ders aralarında beni motive etti, çok konuştuk vs. ama dediğim gibi yani o bir ve ikinci hafta benim için bazı şeylerin oturması açısından zor oldu. Onun dışında yani birkaç öğrenci biraz problem çıkardı yani yeni olan şeye insan direnir ya bir iki öğrencide böyle bir problem çıkardı,*

velilerine falan söylemişler birkaç veliyle görüşmem gerekti hatta bir veli toplantısı yaptım. Velileri ikna ettik çok şükür sıkıntı çıkmadı ama öğrenciler de işte dediğim gibi ilk başlarda biraz bir iki öğrenci sıkıntı çıkardı ama sonra onlarda ikna oldu. Zaten sonrasında keyif almaya başlayınca öğrenciler bende keyif almaya başladım süreç daha güzel akmaya başladı. Birde öğrencilerden çok ilginç ürünler geldi falan o benim için çok keyif verici oldu. Hani gerçekten biz öğrencilerimize çok güvenmeliymişiz yani onu düşündüm öğrenciler gerçekten çok güzel çok yaratıcı şeyler çıkarabiliyorlar aslında” cümleleriyle açıklamıştır.

4.2.2.6 Kimya Derslerinde STEM Temelli Etkinlikleri Kullanacak Öğretmenlere Öneriler

Öğretmen Ela özellikle planlamanın önemli olduğunu “Bence planlamalarını çok iyi yapınlar, zamanı iyi ve etkin kullansınlar ve özellikle öğrencilerine de güvensinler yani bu planlamayı iyi yapıp işte yönergeleri doğru verdikten sonra gerçekten öğrencilerden çok güzel şey çıkıyor” cümleleriyle savunmuştur. Ela ayrıca yapılan uygulamalara ve kullanılan STEM yaklaşımına inandığını “21.yy’dayız yani öğrencilerin yapıları çok farklı bizde o öğrencilere göre stratejimizi artık değiştirmeliyiz hani direk düz anlatım işte siz söylüyorsunuz öğrenci yazıyor ya da işte akıllı tahtayı açıyorsunuz öğrenci oradan takip ediyor. Yani artık bunu geçmek zorundayız bence. Çünkü öğrenciler artık farklı öğrenciler karşımızdaki öğrenciler. Öğrencilere yetebilmek için gerçekten yeni stratejiler, yeni yöntemler, yeni metotlar kullanmak zorundayız ki öğrenciyi gerçekten yakalayabilelim. Bu anlamda hani aslında diğer öğretmenlere de çok iş düşüyor bu yeni bir strateji anladığım kadarıyla bunu mesela derslerinde kullanabilirler” cümlelerini kullanarak ifade etmiştir.

4.2.2.7 STEM Temelli Etkinlikleri Kullanacak Kimya Öğretmenlerinin Sahip Olması Gereken Yeterlikler

Ela ilgili kategori ile ilgili olarak özellikle öğretmenlerin teknoloji yeterliğine sahip olması gerektiğini vurgulamıştır. Ela düşüncelerini “Öğretmenlerin belirli bir araştırma yapmaları gerekiyor, belirli bir yeterliliğe sahip olmaları gerekiyor, birde teknoloji kullanımını da iyi bilmeleri gerekiyor mesela teknoloji aslında sadece EBA’yı kullanmaktan ibaret değil ya da işte Youtube’dan birtakım videolar indirmekten ibaret değil. Mesela araştırmacının bize önerdiği uygulamalar vardı mesela 4D Elements

uygulamasını kullandık biz derste hakikaten orada çocuklar çok keyif aldılar böyle. Birde mesela online quiz yaptım çocuklara mesela o da gerçekten Kahot diye bir siteydi onu öğrenmiş oldum. Hani teknolojik anlamda da bir yeterliliğe mutlaka sahip olmaları gerekiyor” cümleleri ile dile getirmiştir.

4.2.2.8 STEM Temelli Etkinliklerin Derslerde Kullanımının Devamlılığı

Öğretmen Ela bundan sonraki süreçte mümkün olduğunca etkinlikleri ve benzer uygulamaları kullanma konusunda istekli olduğunu ifade etmiştir. Ela konu ile ilgili olarak *“Mümkün olduğunca yer vermeyi düşünüyorum mesela katı, sıvı ve gazların özellikleri kısmında biz tasarımlar yaptık ve kullandık çok da keyifliydi güzeldi. Seneye ben 12. Sınıfları alacağım inşallah belki seneye uygulayamayabilirim ama genel olarak bundan sonra o siteleri takip edip oradan gördüğüm farklı uygulamaları öğrendiklerimle birleştirip uygulamalar yapmayı planlıyorum”* ifadelerini kullanmıştır.

4.2.3. Sınıf Gözlem Formuna Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubunda uygulanan öğretim yöntemlerinin etkili bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını anlamak amacıyla gözlem formu kullanılmış ve analizi sayısal olarak (Hiçbir Zaman=1; Bazen=2; Daima=3) yapılmıştır. STEM-ÖS`ün etkili bir şekilde uygulandığını anlamak amacıyla gözlem formunda yer alan STEM-ÖS ile ilgili 17 maddenin puanına bakılmıştır. Puanlama 38 ile 55 arasında olduğundan ilgili derste STEM-ÖS`ün etkili uygulandığı kabul edilmiştir. Ayrıca ortaöğretim kimya programının ön gördüğü öğretim yöntemi ile ilgili 13 maddenin puanları incelenerek 34 ile 47 arasında puan alan ilgili dersin kimya öğretim programının ön gördüğü öğretim yöntemi ile etkili bir şekilde anlatıldığı kabul edilmiştir. Tablo 151`de de görüldüğü gibi gözlemci iki ders saatini gözlemlemiş ve gözlem formunu doldurarak tek bir puanlama yapmıştır.

Tablo 151. Sınıf Gözlem Formundan Elde Edilen Veriler

Hafta	Deney Grubu Gözlemci Puanı		Kontrol Grubu Gözlemci Puanı	
	1. ve 2. Ders-B	1. ve 2. Ders-C	1. ve 2. Ders-A	1. ve 2. Ders-D
1	55	55	43	-
2	54	45	-	39
3	53	54	43	-

Tablo 151 devamı

Hafta	Deney Grubu Gözlemci Puanı		Kontrol Grubu Gözlemci Puanı	
	1. ve 2. Ders-B	1. ve 2. Ders-C	1. ve 2. Ders-A	1. ve 2. Ders-D
4	51	47	45	-
5	52	51	-	45
6	55	48	-	-
7	-	55	-	-
8	-	-	-	-

Tablo 151`de görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları için bazı haftalar gözlem yapılamamıştır. Diğer taraftan Tablo genel olarak incelendiğinde toplam sekiz haftalık çalışmanın büyük bir kısmı gözlemci tarafından gözlenmiş ve gözlemler sonucu alınan puanların tamamının belirlenen referans aralıklarında olduğu görülmüştür.

BÖLÜM V

TARTIŞMA– SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, öncelikle çalışmadan elde edilen sonuçları tehdit eden iç geçerlik unsurları tartışılmıştır. Sonrasında ise, elde edilen sonuçlar araştırma sorularına göre başlıklar halinde ayrı ayrı incelenmiş, alan yazındaki mevcut diğer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır. Çalışma sürecinde hem nicel hem de nitel verilerden faydalanılmıştır. Çalışmanın yöntem ve bulgular kısmında nitel ve nicel olarak ayrı başlıklar halinde incelemeler yapılmasına rağmen, bu kısımda tartışmalar araştırma soruları üzerinden yürütülmüş ve sorular içinde var olan nitel ve nicel bulgular birlikte incelenmiştir.

5.1. İç Geçerliği Tehdit Eden Unsurlar

Bu kısımda nicel veriler için tehditler irdelenmiştir. İç geçerlik; bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin geçerli sonuçlara dayandırılarak açıklanabilirlik derecesi olarak ifade edilmektedir (Fraenkel & Wallen, 1996). Çalışmanın bu bölümde iç geçerliği tehdit eden bazı unsurlar ve bu tehditleri ortadan kaldırmak için alınan tedbirler tartışılmıştır.

5.1.1. Katılımcıların Seçimi

Katılımcıların gruplara atanmasında yanlılığı önleyerek, bağımlı değişkene ait puandaki varyansa katılımcıların araştırma öncesindeki farklılıklarının etkisini önlemek amacıyla önlem alınmıştır. Bu çalışmada toplam dört grup bulunmaktadır. Hangi sınıfların deney hangi sınıfların ise kontrol grubu olacağına karar verebilmek için, ön- APAB sonuçları one way ANOVA`ya (Tek yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. Bu testin analiz sonuçları göre, sınıflar arasında varyanslar açısından anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna varılmıştır. Daha ayrıntılı olarak değerlendirme yapabilmek için dört sınıf Ön- APAB sonuçları açısından irdelenmiş ve Scheffe değerlerine bakılmıştır. Scheffe sonuçlarına göre de gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadığından

inisiyatif kullanılarak, Ön- APAB ortalaması en yüksek olan sınıf ile en düşük olan sınıf deney gruplarını oluşturmaya (sınıf 1 ve sınıf 2), ortalama açısından ikinci ve üçüncü sırayı alan sınıflar (sınıf 3 ve sınıf 4) ise kontrol grupları olarak atanmasına karar verilmiş ve yanlılığın önüne geçilmiştir.

5.1.2. Katılımcıları Olgunlaşması

Katılımcıların araştırma sürecinde deneyim ve büyümeye bağlı olarak değişime uğraması mümkün olup, bu durum araştırmalar için bir tehdit ortaya koyabilmektedir (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu çalışmada, uygulama süresi toplam 20 saatlik (10 hafta) bir süreyi kapsamaktadır. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin yaş aralıkları ve sınıf seviyelerinin aynı olduğu ve çalışma süresinin de kısa olduğu düşünülürse, bu çalışma için bu durum yönünden bir tehdidin söz konusu olmadığı söylenilebilir.

5.1.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmalarda gruplara verilen veri toplama araçlarının farklı olması, farklı uygulayıcılar tarafından uygulanması gibi durumlarda veri toplama araçlarının deneysel koşullarda farklılaşması söz konusu olabilmektedir (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu durum araştırmaların iç geçerliği açısından bir tehdit olup, bu tehdidi ortadan kaldırmak için bu çalışmada, ön test ve son test uygulamalarının tüm gruplara araştırmacı tarafından aynı zaman diliminde uygulanmış ve ön test ve son test uygulamalarının değerlendirilmesi yine aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Dolayısıyla, bu araştırma için bu tehdidin söz konusu olmadığı söylenilebilir.

5.1.4. Beklenmedik Olay

Bazı durumlarda araştırma süreci içinde beklenmedik durumlar ortaya çıkabilir (savaş, hastalık, deprem vb.). Bu beklenmedik olaylar araştırmaların iç geçerliği açısından bir tehdit oluşturabilmektedir (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu araştırma süreci içerisinde beklenmedik herhangi bir olaylarla karşılaşılmamış ve bu tehdit kontrol altına alınmıştır. Ayrıca veri toplama araçları deney ve kontrol gruplarına aynı zamanda uygulanarak bu tehdit ortadan kaldırılmıştır.

5.1.5. Veri Kaybı

Katılımcıların çalışma süresince çeşitli nedenlerden dolayı çalışmadan ayrılması veri kaybı olarak tanımlanır. Bu durumun araştırmanın genelini tehdit etmesinin önüne geçebilmek için, veri kaybı ihtimalini de dikkate alarak örneklem büyüklüğünün fazla tutulması önerilmektedir (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu çalışmada ise, başlangıçta araştırmaya 137 katılımcı ile başlanmıştır. Fakat verilerin analizi kısmında katılımcılardan dördünün verilerden elde edilen sonuçları olumsuz etkilediği düşünüldüğünden bu katılımcıların analiz dışında tutulmasına karar verilmiştir. Diğer taraftan bu katılımcılar süreç içinde bütün uygulamalara dahil olduklarından çalışmada herhangi bir veri kaybı olmadığı düşünülebilir. Sadece dört katılımcı analiz dışında tutulduğundan ve bu katılımcıların ders uygulamalarının tamamına katılması nedeniyle veri kaybından kaynaklanabilecek tehditleri yaşanmadığı söylenilebilir.

5.1.6. Ön-test Etkisi

Ön test puanları, benzer olan son test puanlarını etkileyebilir. Katılımcı ön testteki aşinalığı sayesinde son testte daha iyi puanlar elde edebilir. Araştırmalar açısından bu durum bir tehdit oluşturmakta olup, bu tehdidi ortadan kaldırmak için ön-test ve son-test uygulaması arasında yeterli bir zaman aralığı olmalıdır (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu çalışmada ön-test ile son-test uygulamaları arasında 8 haftalık bir zaman aralığı olduğundan, bu tehdit ortadan kaldırılmış ve bu sayede ön-test etkisi azaltılmıştır.

5.1.7. Regresyon

Sadece bir grubun bulunduğu araştırmalarda bu tehdit ortaya çıkabilir. Fakat bu araştırmada iki deney ve iki kontrol grubu olmak üzere dört grup bulunduğundan, bu tehdidin bu araştırmaya etki etmediği düşünülebilir.

5.1.8. Katılımcıların Tutumu

Katılımcıların tutumları, bir araştırmaya olumlu yönde (Howthorn etkisi) ve olumsuz yönde (John Henry etkisi) etki edebilir. Howthorn etkisi deney grubu katılımcılarının artan dikkat çekme ve tanınmalarından kaynaklanan olumlu bir etki olup, bu çalışmada böyle bir etki gözlemlenmemiştir. Diğer taraftan, kontrol grubu öğrencilerinin deney grubunda ki öğrencilerle yürütülen çalışmalardan haberdar olmaları sonucu

beklenenden daha düşük ya da daha yüksek bir performans sergileme durumları da (John Henry etkisi) ortaya çıkabilir (Fraenkel & Wallen, 1996). Bu çalışmada bu açıdan da herhangi bir tehdit durumu gözlenmemiştir.

5.1.9. Bölgenin Etkisi

Araştırma sürecinde öğrencilerin bazı ürünler ortaya koymaları ve tasarımlar yapmaları beklenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü okul merkez bir okul olmasına rağmen bazı öğrencilerin bilgi ve materyal kaynaklarına ulaşım ile ilgili sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili olarak, renkli yazıcı ve bilgisayara öğrencilerin kolay ulaşımını sağlamak amacıyla, bahsedilen araçlar kimya laboratuvarına konulmuştur. Fakat okulun genelinde internet erişimi ile ilgili problemler yaşandığından bu sorunun tam olarak çözülmesine yardımcı olamamıştır.

5.1.10. Uygulamanın Etkisi

Bilimsel araştırmalarda, araştırmacının uygulamaya etki etmesini önlemek için araştırmacının uygulama sürecine dâhil olmaması önerilmektedir. Fakat, bu çalışmanın yürütüldüğü okul araştırmacının aynı zamanda görev yaptığı okul olduğundan ve bir başka kimya öğretmeni dışında öğretmen bulunmadığından bir deney ve kontrol grubundaki uygulamaları araştırmacı, diğer kontrol ve deney grubundaki uygulamaları ise bu sınıfların derslerine giren diğer kimya öğretmeni gerçekleştirmiştir. Araştırmacının etkisini ortadan kaldırabilmek için, diğer kimya öğretmeni ile sürekli koordinasyon ve iletişim içinde çalışılmıştır. Ayrıca, sınıf gözlem formu hazırlanarak ve uygulamanın hem deney hem de kontrol gruplarında bir gözlemci tarafından gözlenmesi sağlanmıştır. Gözlem formundan elde edilen sonuçlar doğrultusunda deney ve kontrol grubunda uygulamaların uygun bir şekilde yürütüldüğü görülmüştür.

5.2. Akademik Başarıya İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın birinci alt problemi “Ön VNOS-C ile Ön-BYT kontrol altına alındığında ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencilerinin “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesindeki başarıları üzerine STEM uygulamalarının (STEM-ÖS) etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir. Bu alt problem altında sadece nicel verilere ilişkin sonuç ve tartışmalara

yer verilmiştir. Öncelikli olarak STEM temelli ders etkinlik ve uygulamalarının akademik başarı üzerinde etkileri incelenmiştir.

Yapılan uygulamalar sonrasında, STEM temelli öğretim etkinliklerinin uygulandığı deney ve geleneksel yöntemin kullanıldığı kontrol grubunun başarı düzeylerinde artış meydana gelmiştir. Ancak, karşılaştırma yapıldığında, gruplar arasında akademik başarı (APAB testi sonuçları) açısından anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiş ve STEM temelli öğretim etkinliklerinin uygulandığı deney grubu, kontrol grubuna göre daha başarılı bulunmuştur.

Bu sonuç, STEM temelli etkinlikler ve uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu ifade etmektedir. Alan yazındaki ilgili çalışmalar incelendiğinde, özellikle çalışmamıza da konu olan farklı etkinlikler ile yürütülen fen veya kimya dersi tasarımının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ilgili çalışmalarda ifade edilmektedir (Ad, Rotbain & Stavy 2008; Ceylan, 2014; Kaymak, 2005; Tağ, 2012; Türkhan, 2013). Örneğin, Ad vd. (2008) bilgisayar destekli animasyon ve illüstrasyon (gösteri) etkinlikleri kullandıkları çalışmalarında, on bir ve on ikinci sınıf seviyesinde 248 öğrenci ile çalışmışlardır. Çalışma sonunda animasyon ve illüstrasyon (gösteri) etkinliklerinin kullanıldığı moleküler genetik konusunda, öğrencilerin akademik başarılarının deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya koyduğu tespit edilmiştir. Burada, kullanılan etkinlikler bu çalışmamız ile bire bir benzerlik göstermese de farklı etkinlik ve uygulamaların öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olması noktasında, bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Diğer taraftan, alan yazında spesifik olarak STEM uygulamalarının katılımcıların akademik başarıları üzerine etkilerinin araştırıldığı farklı çalışmaların da olduğu görülmektedir (Becker & Park, 2011; Ceylan, 2014; Cole & Espinoza, 2008; Çevik, 2018; Ostler, 2012; Van Soom & Donche 2014; Yıldırım, 2016; Yıldırım & Selvi, 2017). Örneğin, Cole ve Espinoza (2008) tarafından STEM alanlarındaki Latin öğrencilerin akademik başarılarını belirlemek ve akademik başarılarına etki eden faktörleri ortaya çıkarmak amacıyla yürütülen çalışmada, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve onların daha iyi bir akademik performans ortaya koydukları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer olarak, Van Soom ve

Donche (2014) STEM uygulamalarının üniversite öğrencilerinin akademik başarıları üzerinde etkili olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır. Bahsedilen uluslararası çalışmalar, bu çalışma sonuçları ile benzer özelliktedir. Dolayısıyla, bu çalışmalar bu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Ulusal alan yazın incelendiğinde uluslararası alan yazına göre sınırlı sayıda da olsa, benzer sonuçların elde edildiği ulusal çalışmalar bulunmaktadır (Ceylan, 2014; Çevik, 2018; Yıldırım, 2016; Yıldırım & Selvi, 2017). Ceylan (2014) yüksek lisans tez çalışmasında, STEM yaklaşımını temel alan öğretim tasarımı hazırlamıştır. Buna göre, sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda akademik başarı açısından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit etmiştir. Benzer olarak, Yıldırım ve Selvi'nin (2017) çalışmalarında da, STEM uygulamalarının ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı açısından deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir fark yarattığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, ulusal alan yazındaki bahsedilen çalışma sonuçları ile bu çalışma sonuçları ilişkili ve birbirini destekler niteliktedir.

Deneysel çalışmalar dışında alan yazında yer alan bazı çalışmalarda yer alan açıklama ve öngörüler de bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Örneğin, Ostler (2012) "21st Century STEM Education: A Tactical Model for Long-Range Success" isimli çalışmasında STEM eğitimi ile ilgili önemli noktalara değinmiş, STEM eğitiminin uzun vadeli bir başarı için önemli olduğunun altını çizmiştir. Benzer bir çalışmada Becker ve Park'ın (2011) STEM eğitimi ile akademik başarı arasındaki ilişkinin incelendiği meta analiz çalışmalarıdır. Bu çalışma için araştırmacılar, STEM alanı içine giren farklı arama motorlarından elde ettikleri yirmi sekiz makaleyi incelemiş ve elde ettiği bulguları yorumlamışlardır. Buna göre, bütünleştirici bir yaklaşım olan STEM eğitim yaklaşımının, zengin bir öğrenme ortamı sunduğu için öğrencilerin öğrenmesi üzerine olumlu bir etkisi olduğu ve bu durumda akademik başarılarının arttığı sonucu elde edilmiştir. Buradan hareketle bu çalışmada da vurgulandığı üzere STEM etkinliklerinin zengin bir öğrenme ortamı ortaya koyduğu için akademik başarıyı arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, bu çalışmanın sonuçlarını destekleyen bir başka kaynak ise öğrenci görüşmelerinden elde edilen öğrenci ifadeleridir. Örneğin katılımcılardan kimya

derslerinin STEM etkinlikleriyle işlenmesinin katkılarına ilişkin Ali düşüncelerini “Öncelikle bu yazılılarımıza yansdı, normalde proje kapsamında olduğu zaman yazılılarımızı da notlarımız yükselmişti bu projeler performanslar videolar yaptığımız çalışmalar notlara da yansdı” olarak açıklamıştır. Diğer taraftan aynı soru ile ilgili diğer katılımcılardan dördünün de (Aslı, Ayşe, Hale ve Ata) uygulamaların anlamlı/kalıcı öğrenmelerine katkı sağladığını ifade ettikleri görülmüştür. Örneğin konu ile ilgili Aslı düşüncelerini “Biz kendimiz bir şeyleri yaptığımız için daha çok aklımızda kalıyor. Yine baştaki gibi daha çok, daha iyi ve etkili öğreniyoruz. Sonra mesela diğer fen derslerindeki gibi sadece yazıda kalmıyor. Biz elimizde üç boyutlu ya da aklımızda kalacak görsel şekillerde etkinlikler yapıyoruz, bunlarda daha kalıcı oluyor. Öyle olduğunu düşünüyorum” şeklinde ifade ederken, Ayşe ve Hale düşüncelerini sırasıyla “Daha kolay kalıyor aklımızda diğer dersler gibi sadece dinlemeye yönelik değil de o derste biz de söz sahibiyiz kendimizi ispatlıyoruz. Ders çalışmakta çok eğlenceli oluyor ezber dayalı olmadığından dolayı, mantığımızı yatırdıktan sonra daha kolay oluyor bizim için her alanda”, “O bilgiyi unutmamamı sağladı. Mesela diğer derslerde daha çabuk unutuyorum ama burada hem tekrar ediyoruz, hem de uygulamalar olarak yaptığımız için aklımızda daha kalıcı oluyor böyle. Hem de eğlenerek yaptığımız için kimya dersini daha çok seviyoruz. Yani sevmeye de teşvik ediyor bizi” şeklinde açıklamıştır. Katılımcı ifadelerinden yola çıkılarak STEM etkinliklerinin eğlenceli bir öğrenme ortamı oluşturduğu, öğrencilerin sürece aktif katılımını sağladığı ve görsel materyaller içerdiği için akademik başarıyı geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Öğretmen Ela'nın ifadeleri de (Öğrenci açısından da öğrencilerin gerçekten ilgilerini ve motivasyonlarını artırdı derse karşı. Öğrenciler her gün hazır geldikleri için derse daha böyle işler hızlı ilerledi iyi ilerledi. Özellikle bir takım görsel şeyler öğrencilerin çok dikkatini çekti özellikle videolar vs. öğrencilerin ilgilerini çok fazla çekti...) bu sonucu desteklemektedir.

Bunlara ek olarak STEM temelli etkinlikler ile ilgili Asya “Akılda kalıcı oldu. Mesela eski yöntemlere baktığımız zaman akılda kalıcı olmuyordu. Mesela iki yıl önceki konuyu hatırlayamam ama bundan dört yıl sonra bile bugün işlediğimiz konuları hatırlayabileceğimi düşünüyorum. Çünkü birçok deney yaptık sadece okuyarak değil gözlemleyerek öğrendik birçok şeyi, mesela elektroliz deneyinde gördüğümüz gibi hidrojen ve oksijenin nasıl ayrıştığını kendi gözlerimizle görmüş olduk birçok şey kattı

bana” şeklinde cümleler ile düşüncelerini savunurken, Naz “Olumlu yönler... derslerde sıkılmıyorduk çünkü hoca anlatıyor biz dinliyoruz yazıyoruz gibi bir durum yoktu. Biz de konuşuyorduk sizinle daha çok etkileşim içerisine giriyorduk, dediğim gibi kendimizi daha çok ispatlıyorduk. Aslında bilgiler daha kalıcı oluyordu. Çünkü ezberlediğimizi, özellikle işlediğimiz konular daha çok sözeldi, ezberlediğimizi çok daha çabuk unutuyorduk ama sizle uygulamalar yaptığımız zaman o uygulamalar bir şekilde aklımıza yer ediniyordu, o şekilde daha çok kalıcı oluyordu bilgiler kafamızda” cümleleri ile düşüncelerini ortaya koymuştur. Bu katılımcı ifadelerinde özellikle anlamlı öğrenme vurgusu dikkati çekmektedir. Bu ifadelerden yola çıkılarak STEM temelli etkinliklerin öğrencilerde anlamlı öğrenmeyi sağladığı için akademik başarıyı arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Bir başka açıdan değerlendirme yapıldığında, uygulama ile geleneksel yöntemler arasındaki farklılık ile ilgili katılımcı ifadelerinden “bireysel öğrenme” kodunun ortaya çıktığı görülmüştür. Bu konuda Aslı, ve Naz) “*Bu yöntemde kendimiz araştırdık. Kendi araştırmalarımızdan dolayı bilgiyi kendimiz edindik bu bilgi edinme yolu da daha öğretici oluyor ... yani birkaç yıl sonra yine aynı şekilde hatırlayacağımı düşünüyorum*” olarak düşüncesini açıklarken, Ece “*Kendi işlediğimizde kendi yapmış olduğumuz çalışmalar neticesinde kendimiz araştırmakta olduğumuz için insan kendi araştırdığını daha iyi öğrendiğinden dolayı kendimiz daha iyi benimseyip daha iyi öğrendik bunu söyleyebilirim*” şeklinde düşüncesini açıklamıştır. Bu ifadelerden yola çıkarak, STEM etkinliklerinin öğrencilerin kendi öğrenmesinden kendilerinin sorumlu olduğu bir süreç oluşturduğu ve bu sebeple öğrencilerin akademik başarılarının arttığı sonucuna varılmıştır.

Gerek öğretmen gerekse öğrenci görüşleri STEM temelli uygulamaların akademik başarı ve anlamlı öğrenme üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu destekler niteliktedir. Buradan yola çıkılarak, STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada başarılı olduğu görülmektedir.

5.3. Bilimsel Yaratıcılık Testine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi “Ön VNOS-C ile Ön-BYT kontrol altına alındığında ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları üzerine STEM uygulamalarının etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir. Bu alt problem altında hem nicel

hem de nitel verilere ilişkin sonuç ve tartışmalara yer verilmiştir. STEM temelli ders etkinlik ve uygulamalarının bilimsel yaratıcılık üzerinde etkileri, nitel ve nicel bulgular ışığında birbirlerini destekler veya farklılıkları ortaya koyacak şekilde birlikte incelenmiştir.

Yapılan uygulamalar sonrasında, STEM temelli öğretim etkinliklerinin uygulandığı deney ve geleneksel yöntemin kullanıldığı kontrol grubunun bilimsel yaratıcılıkları düzeylerinde artış meydana gelmiştir. Ancak, karşılaştırma yapıldığında, gruplar arasında bilimsel yaratıcılıkları (BYT testi sonuçları) açısından anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiş ve bu farkın STEM temelli öğretim etkinliklerinin uygulandığı deney grubu lehine olduğu görülmüştür.

Bu sonuç, STEM temelli etkinlikler ve uygulamaların öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Alan yazındaki ilgili çalışmalar incelendiğinde katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmeye çalışıldığı çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Erdoğan, Akkaya & Çelebi Akkaya, 2009; Özkök, 2005; Walsh, Anders & Hancock, 2013). Bu çalışmalardan Özkök`ün (2005) disiplinler arası yaklaşım ile yürütülen programın, yaratıcı problem çözme becerisine etkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirdiği çalışması, bu çalışmanın amaçlarıyla benzerlik içerisindedir. Özkök`ün bu deneysel desen ile yürüttüğü çalışmasının sonuçlarına bakıldığında; geleneksel öğretim yöntemi ile ilgili yaratıcılık anlamında eksikliklerin ortaya konduğu, teknolojinin kullanımı ve disiplinler arası yaklaşımın öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını arttırdığı yönünde ifadeler yer verildiği görülmektedir. Bu durum, teknolojinin kullanıldığı ve disiplinler arası bir bakışın ortaya konmaya çalışıldığı bu çalışmanın sonuçlarını bu açıdan destekler durumdadır.

Diğer taraftan, alan yazında yer alan çalışmalar incelendiğinde STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılığa etkisi üzerine çalışmalar bulunduğu görülmektedir (Barry & Kanematsu; 2006; Barry & Kanematsu 2007; Ceylan, 2014; Henriksen, 2014; Kanematsu & Barry, 2016; Walsh, Anders & Hancock, 2013). Bu çalışmalardan birisi, Walsh, Anders ve Hancock`un (2013) 36 STEM araştırmacısı ile yürüttükleri çalışmalarıdır. Yaratıcılık ile çevre ve tutum ilişkisini ortaya koyabilmek ve yaratıcılığın gelişimi için uygun çevre koşullarını tanımlayabilmek amacıyla ortaya

konan çalışmada, “STEM alanında çalışan araştırmacılar yaratıcılığı nasıl tanımlar?”, “STEM alanında çalışan araştırmacıların yaratıcılık ile ilgili tutumları nedir?” ve “STEM alanında çalışan araştırmacılar için hangi çevre faktörleri onların yaratıcılıklarını destekler?” şeklinde sorulara cevap aranmıştır. Çalışma sonuçlarına bakıldığında yaratıcılığın eğitim ile geliştirilebileceği ve yaratıcılığın geliştirilmesinde çevre/ ortam faktörünün önemli olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, STEM ile ilgili geliştirilen yaratıcı öğrenme ortamlarının öğrencilerin yaratıcılığını arttıracığı vurgulanmıştır. Bu çalışmada da, öğrencilerin yaratıcılıklarının geliştirilmesi amacıyla geliştirilen STEM temelli etkinlikler ile zengin ve yaratıcı öğrenme ortamları öğrencilere sunulmaya çalışılmıştır. Bu yolla öğrenciler, farklı (normalin dışında) düşünmeye ve hayal güçlerini işin içine dâhil etmeye sevk edilmiştir. Bu durum öğrenci görüşlerinde de ortaya çıkmıştır. Örneğin katılımcılardan Asya STEM temelli uygulamaların kendisine katkılarını *“Birçok katkısı olmuştur. Mesela hayal edebilmeyi, bilim adamlarının ortaya ne koyduğunu değil nasıl çıkardıklarını, işleyişlerini nasıl geliştirdiklerini, bulunmamış bir şeyi nasıl bulduklarını gibi şeyleri öğrenmemizi sağladı. Derslerimiz çok eğlenceli geçti düz bakmamayı çok açıdan bakmayı öğrendik birçok konuda”* şeklinde cümlelerle açıklarken, katılımcılardan Naz yine hayal gücünü nasıl geliştirdiği ile ilgili olarak *“Farklı açılardan bakıyorduk konulara ve hayal gücümüzü daha çok teyit ediyorduk. Belirli konular belirli bir yerde sınırlandırılmıyordu, bizim hayal gücümüze bırakılıyordu ve bu derslerde daha çok etkin olmamızı sağlıyordu. Bence sadece öğretmenin anlattığıyla değil de kendi düşüncelerimizi de daha çok gösterebiliyorduk”* ifadelerini kullanmıştır. Bu durum çalışmanın araştırma sorularında da yer alan STEM-ÖS`ün deney grubu öğrencilerinde bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisini destekler niteliktedir.

Benzer olarak STEM ile yaratıcılığın ilişkilendirildiği Henriksen`in (2014) çalışmasında da, çalışma sonunda STEM disiplinlerinin yaratıcılıkla ilişkili olduğu, bu alanlarda başarılı kişilerin aynı zamanda yaratıcılıkları yüksek kişiler oldukları şeklinde sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmada, öğrencilerin hem akademik başarılarında hem de bilimsel yaratıcılıklarındaki artış durumu bu sonucu ve ilişkiyi destekler durumdadır.

Kanematsu ve Barry (2016) disiplinler arası bir yaklaşım olan STEM eğitiminin, özellikle yaratıcılık ile birleştiğinde, ulusal statülerini ve gücünü güçlendirmek isteyen

tüm ülkeler için önemini vurgulamışlardır. Ayrıca, dünyanın önde gelen ülkelerinin, problemleri yaratıcı bir şekilde çözmek ve küresel olarak rekabet etmek için yeterli sayıda nitelikli STEM mezunlarına ve yaratıcı STEM öğrencilerine ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla, aynı çalışmada yaratıcılık ve STEM eğitimini bir araya getiren bir program önerisinde bulunmuşlardır. Bu durum, bu çalışmada bağımlı değişken olarak neden bilimsel yaratıcılığın belirlendiğini gerekçelendirmek adına önem taşımaktadır. Ayrıca, benzer olarak bu çalışmada da yaratıcılık ve STEM eğitiminin bir araya getirilerek özellikle fen eğitiminde kullanılması önerilmiştir.

Uluslararası alan yazında, STEM eğitimi ile bilimsel yaratıcılığın ilişkilendirildiği çok sayıda çalışma mevcutken, ulusal alan yazında sadece bir çalışmaya ulaşılmıştır (Ceylan, 2014). Ceylan, tez çalışmasında STEM yaklaşımına dayalı olarak tasarladığı öğretimin, ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılığına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık test puanlarında deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmış ve buradan öğrencilerin yaratıcı becerileri üzerine STEM'in etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Bu araştırma sonuçları ile bu çalışmanın sonuçları benzer olup, sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Diğer taraftan bu çalışmada farklı olarak, STEM uygulamalarının bilimsel yaratıcılığın "akıcılık, esneklik ve orijinallik" boyutları üzerine etkisi de ayrıca incelenmiştir. Çalışma sonunda STEM uygulamaları ile katılımcıların düşüncelerini rahatça ifade edebildikleri ve çok sayıda düşünce ortaya koyabildikleri bir öğrenme ortamı oluşturulduğu, bu sebeple de katılımcıların bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu açısından gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Yine, gerçekleştirilen STEM uygulamaları ile katılımcıların ortaya koydukları çok sayıdaki ifadenin farklı kategoriler altına girdiği, bu sebeple de katılımcıların bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu açısından gelişim gösterdikleri ifade edilmiştir. Son olarak, farklı STEM etkinlikleri ile katılımcıların mevcut durumlara farklı açılardan bakabilmesi sağlanmış, farklı çözüm önerileri ortaya koyma noktasında katılımcılar süreç içinde desteklenmiştir. Bu nedenle, bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu açısından katılımcılar gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Alan yazında bilimsel yaratıcılıkla ve STEM ile ilgili çalışmalardan bir olan Barry ve Kanematsu (2007) çalışmalarında hem gerçek hem de sanal dünya ile ilgili çeşitli aktiviteler içeren yaratıcı STEM eğitimi programı ve program doğrultusunda

etkinlikler geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, alışma sonunda ortaya konan STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin yaratıcılıkları ve girişimcilik becerilerinin gelişeceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da, birçok STEM etkinliğine yer verilmiştir. Özellikle ğrencilere proje ödevi olarak verilen, farklı materyallerle tasarım yapmalarını gerektiren çalışmalar ile gerçekleştirilen STEM etkinlikleri, öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin gelişmesine olumlu yönde katkı sunmuştur. Diğer bir ifadeyle, öğrencilere çok sayıda fikir üretebilme (akıcılık) ve farklı bakış açıları (esneklik) ortaya koyarak ürün tasarlayabilme (orijinallik) konusunda hem uygulama sürecinde hem de etkinliklerle yapılan çalışmaların etkili olduğu söylenilebilir. Katılımcıların BYT`de yer alan son test ifadeleri de bu durumu desteklemektedir. Örneğin, farklı periyodik tasarım ile ilgili soruda, katılımcılardan B3 son testte *“Elementin üzerine tıkladığında bana ismini ve bütün özelliklerini söylerdi. Her elementin bir çekmecesine olurdu. ekmecelerin içinde de o elementin örneği bulunurdu. Bir led ekran takardım elementi ona söylediğimizde bize yerini gösterirdi”* şeklinde çok sayıda fikir ortaya koyarken, diğer deney grubunda yer alan C3 *“Periyodik tabloda atom numaralarının altına ışık koyardım ve H, He gibi elementlerin altına 3D resimlerini koyardım. Nerelerde kullandıklarını belirtirdim ve ayrıca periyodik sistemin kenarlarına süs koyardım”* olarak düşüncelerini açıklamıştır. Bu durum, bu çalışmada STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin yaratıcılık ile ilgili akıcılık boyutunun desteklendiğini kanıtlamaktadır.

Başka açıdan, bir pinpon topunun kimya dersinde farklı kullanımı ile ilgili soruda, deney grubunda yer alan öğrenciler uygulama sonunda ön testten farklı (pinpon topunun özellikleri, kimya materyal yapımı, atom ile ilgili hesap yapmak, atomun tarihsel gelişimi) kullanımlar ortaya koymuşlardır. Benzer olarak farklı bir periyodik sistem tasarımları istenilen soruda, sadece deney grubunda *“İnteraktif, kokulu, kodlamalı, akıllı cihaz uygulaması, gizli alfabe, dokunsal özellikli, oyun (yapboz, bilmece)”* şeklinde farklı ifadeler ortaya çıkmıştır. Burada ğrenci ifadelerinden, çok sayıda farklı bakış açısının ortaya konduğu ve bu çalışmada STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin yaratıcılık ile ilgili esneklik boyutunun desteklendiği görülmektedir.

STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin yaratıcılık ile ilgili orijinallik boyutunun desteklendiğine kanıt sunabilmek için beşinci soru olan, bir kareyi dört eş parçaya bölmek ile ilgili soru incelenebilir. Bu soruda deney grubunda kontrol grubundan farklı

olarak, 27 farklı çizim ortaya çıkmıştır (Şekil 36). Bu durumda katılımcıların normalin dışında farklı çizimler ortaya koyduklarını ve yaratıcılık ile ilgili orijinallik boyutunun gelişim gösterdiğini kanıtlamaktadır. Yine yedinci soruda katılımcılardan kütlenin korunumu ile ilgili bir deney düzeneği tasarımları istenmiştir. Katılımcıların ortaya koydukları çizimlere bakıldığında ön testten farklı, ayrıntılı ve orijinal çizimler ortaya koydukları görülmektedir (Şekil 43). Son olarak, STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin yaratıcılık ile ilgili orijinallik boyutunun desteklendiği öğrencilerin farklı materyallerle ortaya koydukları proje tasarımlarında da görülmektedir.

Yukarıda bahsedilen örnekler ile Barry ve Kanematsu'nun (2006), kimya ve fende yaratıcı düşünmeyi geliştirmek için uluslararası bir program koymaya çalıştıkları çalışmalarında ortaya konan sonuçlar ilişkilidir. Barry ve Kanematsu'nun çalışmalarında, fen ve kimyada yaratıcı düşünmenin önemi vurgulanmış, kimya alanının toplum için önemli ve günlük hayatta karşılaştığımız, yaptığımız, yediğimiz, içtiğimiz her şeyin aslında kimya ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Bu yüzden kimya öğretmenlerinin derslerini keyifli ve anlamlı bilimsel deneyimlere dönüştürmeleri ve laboratuarda yaratıcılığı teşvik etmelerinin, öğrenciler açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, bu çalışmada bilimsel yaratıcılığın bağımlı değişken olarak ortaya konması ile ilgili gerekçeyi desteklemektedir. Bu çalışma sonunda öğrenci ifadelerine bakıldığında, bu ifadelerin Barry ve Kanematsu'nun çalışmalarında vurgulanan kısımları desteklediği görülmektedir. Örneğin, öğrenmelerinin kalıcı olduğunu ifade eden katılımcılara bu durumun nedeni sorulmuştur. Kalıcılığa sürecin eğlenceli geçmesini neden olarak belirten katılımcılardan Ayşe düşüncesini aşağıdaki cümlelerle açıklamaya çalışmıştır.

“Çünkü bir insana istemediği bir şeyi zorla yaptıramayız veya eğlenmediği zevk almadığı hiçbir şeyi zorla yaptıramayız ondan dolayı çok eğlenceli bir süreçti. Artık kimya dersine of ya kimya dersi diye gelmiyorduk. Çünkü konuya aktif olarak katılıyorduk ve bence çok önemliydi, çok iyiydi bizim için o süreç”.

Sürecin olumlu olduğunu tekrarlayan Ata, *“Sürekli olarak derste fikir alışverişi yaptığımızdan biraz daha eğlenceli hale getirmemiz bizim öğrenmemiz açısından daha iyi oldu”* cümleleriyle bu durumun öğrenmenin kalıcılığını arttırdığını vurgulamıştır. Ayrıca STEM uygulamalarının katkıları ile ilgili soruda, Hale düşüncesini *“Hem de*

eğlenerek yaptığımız için kimya dersini daha çok seviyoruz. Yani sevmeye de teşvik ediyor bizi” olarak ifade etmiştir. Bu katılımcı ifadeleri Barry ve Kanematsu'nun da altını çizdiği gibi derslerin daha eğlenceli ve anlamlı hale dönüştürüldüğünü kanıtlamaktadır.

Diğer taraftan, bilimsel içerikleri ve doğası gereği kimya dersi, yaratıcı düşünmenin geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Öğrenci bu derste bilimin merakla başladığını, hayal gücünün bilimin gelişmesine katkısı olduğunu, bir sorunun birden fazla çözüm yolunun olabileceğini öğrenir. Bu yetiler öğrencinin bundan sonraki mesleki ve sosyal yaşamına katkı sağlayacağından, okullarda özellikle fen derslerinde yaratıcı düşünme yaklaşımının uygulanması ve bu konuda araştırmaların yapılması büyük önem taşımaktadır (Öztekin, 2013). Bu durum bu çalışmanın gerekçesini de desteklemektedir.

5.4. Bilimin Doğasına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Ön VNOS-C ile Ön-BYT kontrol altına alındığında ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik düşünceleri üzerine STEM uygulamalarının etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir. Bu alt problem altında hem nicel hem de nitel verilere ilişkin sonuç ve tartışmalara yer verilmiştir. STEM temelli ders etkinlik ve uygulamalarının katılımcıların bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerindeki etkileri, nitel ve nicel bulgular ışığında birbirlerini destekler veya farklılıkları ortaya koyacak şekilde birlikte incelenmiştir.

Yapılan uygulamalar sonrasında, STEM temelli öğretim etkinliklerinin uygulandığı deney ve geleneksel yöntemin kullanıldığı kontrol grubunun bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinde gelişme meydana gelmiştir. Ancak, karşılaştırma yapıldığında, gruplar arasında bilimin doğası hakkındaki düşünceleri (VNOS-C sonuçları) açısından anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiş ve bu farkın STEM temelli öğretim etkinliklerinin uygulandığı deney grubu lehine olduğu görülmüştür.

Bu sonuç, STEM temelli etkinlikler ve uygulamaların, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Alan yazındaki ilgili çalışmalar incelendiğinde, bilimin doğası ile ilgili uluslararası veya ulusal çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Adbo & Taber, 2009; Bektaş, 2011; Campbell,

Zhang & Neilson 2011; Can, 2008; Çil, 2010; Harrison & Treagust, 1996; İnce & Özgelen, 2015; Sönmez, 2014). Bu çalışmalarda biri olan Bektaş'ın (2011) 5E döngüsel öğrenme modeline göre dizayn edilen doktora tez çalışması sonucunda, öğrencilerin bilimin doğasını anlama ortalama puanları açısından deney grubu lehine fark tespit edilmiştir. Campbell vd. (2011) çalışmalarında da benzer olarak deney grubunda kullandıkları modellemeye dayalı sorgulama yaklaşımı sonucunda, deney grubu katılımcılarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirdiklerini tespit etmişlerdir. Dolayısıyla, bilimin doğasının öğretiminde kullanılan farklı yöntemlerin bilimin doğası hakkında görüşlerin gelişmesini sağladığı görülmektedir. Bu çalışmada da bilimin doğasının öğretimi ile ilgili STEM eğitimi yaklaşımı önerilmiş ve diğer yöntemlerle benzer olarak STEM eğitim yaklaşımının da bilimin doğası hakkında görüşlerin gelişmesini sağladığı sonucuna varılmıştır.

Bilimin doğasının öğretiminde STEM eğitimi yaklaşımının kullanılabilmesi önerisi çeşitli dayanaklarla desteklenmiştir (Guzey, Thank, Wang, Roehrig & Moore, 2014; MEB, 2017; Suarez-Orozco, 2007). Bahsedilen dayanaklar incelendiğinde, kimya öğretim programı, STEM eğitim yaklaşımı ve bilimin doğasının amaçlar noktasında benzerliklere sahip olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle, yakın tarihte güncellenen kimya öğretim programı (MEB, 2017), doğrudan bilgilerin öğrenciye aktarılmasından ziyade, bilimsel araştırmaların öncesi, sonrası ve buluş süreçlerinin vurgulanması gerektiğini ifade ederken, kalıp bilgilerin öğrencilere sunulduğu geleneksel öğretim yöntemleri ile bunun sağlanamayacağı görülmektedir (Suarez-Orozco, 2007). Ayrıca, bilimsel bilginin oluşumu ile ilgili süreci ve bilimsel bilginin gelişimini doğru anlayan (bilimsel okur yazar) öğrenciler yetiştirmek hem öğretim programlarının, hem STEM eğitiminin hem de bilimin doğasının amaçları arasındadır (Guzey, Thank, Wang, Roehrig & Moore, 2014). Dolayısıyla, STEM eğitimi yaklaşımı ile bilimin doğasının amaç ve ilkeler yönünden ilişkili oldukları söylenilebilir. Buradan yola çıkılarak bu çalışmada bağımlı değişken olarak bilimin doğası belirlenmiş ve STEM eğitiminin bilimin doğası hakkındaki düşüncelere etkisi araştırılmış ve araştırma sonucunda bu amaçlara ve ilkelere paralel olarak STEM temelli etkinliklerin bilimin doğasına yönelik öğrenci görüşlerini geliştirebileceği tespit edilmiştir.

İlgili alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde STEM eğitiminde bilimin doğasına dair unsurların vurgulandığı ve STEM eğitiminin bilimin doğası hakkındaki öğrenci görüşlerine etkisinin incelendiği uluslararası ve ulusal alan yazında sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (örneğin, Yıldırım, Şahin & Tabaru, 2017). Yıldırım vd. (2017) tarafından ortaya konan çalışmada, STEM eğitimi yaklaşımını oluşturan temel felsefenin yapılandırmacılık yaklaşımı ve bilimin doğası olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen ve uygulanan STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki inançlarına olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma sonunda, STEM eğitiminin öğrenilmesi ve öğretilmesinde, bilimin doğasını oluşturan ilkelerin ve bilimin doğasına ait boyutların bilinmesi ve bu alanda gerçekleştirilen etkinlik ve uygulamaların içine entegre edilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada da Yıldırım vd. çalışma sonuçlarına paralel olarak, bilimin doğasının öğretilmesinde STEM eğitimi yaklaşımının kullanılabilirliği ve STEM temelli etkinlikler yoluyla öğrencilerin hem bilimin doğası hakkında görüşleri gelişirken, hem de disiplinler arası kazanımları edinecekleri sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar bahsi geçen çalışmada veri toplama aracı olarak “Bilimin Doğası İnanışları Ölçeği”ni” kullanmışlar ve katılımcıların bilimin doğası inanışlarının olumlu yönde değiştiği şeklinde genel bir sonuç elde etmişlerdir. Bu çalışmada ise, farklı olarak katılımcıların bilimin doğasına yönelik düşüncelerini ortaya koymak amacıyla likert tipi bir ölçek olan “Bilimin Doğası İnanışları Ölçeği” yerine daha ayrıntılı verilerin toplanmasına yardımcı olabilecek açık uçlu sorulardan oluşan VNOS-C tercih edilmiştir. Bu yolla katılımcı ifadeleri ayrıntılı olarak ele alınmış ve bilimin doğasına ait temel ilkeler açısından ayrı ayrı inceleme imkânı elde edilmiştir. Bu açıdan sınırlı sayıda çalışma bulunan bir alanda ayrıntılı verilerin ortaya konmasının alan yazına katkı sağlayacağı ve bundan sonra ortaya konacak çalışmalar açısından araştırmacılar için referans olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Yine alan yazında yer alan Yıldırım vd. (2017) çalışmasına ait sonuçlardan farklı olarak STEM uygulamalarının katılımcıların bilimin doğasına ait temel ilkelerin tamamına ait düşünceler açısından gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Aşağıdaki kısımda bu durum katılımcı ifadeleri ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

STEM eğitiminin öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki düşünceleri geliştirdiğine ilişkin sonuç, öğrenci görüşleriyle de desteklenmiştir. Örneğin, VNOS-C anketinde yer alan deneylerin neden gerekli olduğu ile ilgili soruya öğrencilerin verdikleri cevaplara bakıldığında, deneyler ile bilim insanlarını ilişkilendirdikleri görülmüştür. Katılımcılardan B25 düşüncesini *“Evet. Eğer deney yapılmazsa yanlış bildiğimiz bilgiler ama bizim doğru bildiğimiz ama yanlış bilgilere inanırız mesela Dalton atomun tanecikleri arasında boşluk yoktur diyor ama Bohr deneyinde boşluk olduğunu kanıtıyor”* olarak açıklarken, C12 ve Ece düşüncelerini sırasıyla *“Evet çünkü deneyler yaparak aklımıza daha farklı görüşler gelebilir veya eksik olduğunu anlayıp kendimiz düzeltiriz. Dalton, atoma içi boş küre dedi ama öyle değil”, “Bilimsel bilginin kesinliğini kanıtlayabilmemiz için hipoteze ve tahminimize uygun çalışmalar yürütmeliyiz. Bu çalışmalar da deney oluyor. William Croocks katot ışınlarının eksiden artıya doğru gittiğini deney neticesinde bulmuştur”* olarak açıklamışlardır. Katılımcı ifadeleri incelendiğinde bilim insanları ile atomun gelişim sürecinin ilişkilendirildiği STEM etkinliklerin bilimin doğasına ait boyutları (örneğin bilimsel bilginin deney ve gözlemlere dayalı olması) geliştirdiği görülmektedir. Farklı bir soruda yine, B28 *“Moseley’in Çanakkale Savaşı’nda ölmesi bir sosyal kültürel sebeptir...”* şeklindeki ifadesiyle bilimin doğasına ait *“bilimsel bilgi sosyo kültürel değerlerden etkilenir”* boyutunu örneğiyle birlikte ortaya koyduğu görülmektedir.

Öğrencilere görüşme esnasında, uygulamalarda en çok akıllarında yer eden etkinlikler sorulduğunda, bilim insanları, onların çalışmaları ve yaşantıları ile ilgili yapılan çalışmaların katılımcıların çoğunluğunun aklında yer ettiği tespit edilmiştir. Örneğin Ece bilim adamlarının hayatlarının kendisine ilginç geldiğini *“Bilim insanının hayatını araştırdığımızda sadece kimya için değil başka alanlar içinde yaptığı çalışmalarını gördük ya da kendi özel hayatının da nasıl olduğunu bilgilerden öğrenmiş olduk. Yani şöyle söyleyeyim bizim gözümüzde bilim adamları gayet kolay bilim adamı olmuş gibi ama onların hayat aşamalarını öğrendikçe onların güçlüklerle karşılaştıklarını öğrendik onların bazı şeyleri ortaya koymak için kanıtları ispat etmek için gerçekten çaba sarf ettiklerini öyle kolay bir şey olmadığını öğrendik”* şeklinde ifade etmiştir. İfade ayrıntılı olarak irdelendiğinde STEM etkinliklerinin bilimin doğası ve temel ilkeleri ile ilgili (özellik boyutu) öğrencilerde olumlu bir etki yarattığı görülmektedir.

Yine öğrenci görüşmelerinde ve VNOS-C anketinde yer alan ifadelerde bilim insanları ile ilgili vurguların yapıldığı sayısız ifade de bu durumu desteklemektedir.

Asya ve Ata sırasıyla bilim insanlarının hayatları ile ilgili gerçekleştirilen etkinlik ve çalışmalar hakkında *“Lavosier`in geçmişten günümüze bize neler kattığını gördük. Einstein olsun diğer bilim adamlarının neler kattığını gördük bunlarla ilgili araştırmalar yaptık. Kendimiz araştırarak hem nasıl öğrenmemiz gerektiğini ve nasıl araştırmamız gerektiğini öğrendik”, “Mesela modern periyodik tablodan, geçmişten günümüze periyodik tablonun gelişimi, onu keşfeden bilim adamlarının görselleri falan bizim anlamamızda falan çok daha kolaylık sağladı”* şeklinde ifadeler kullanmıştır. Bu ifadelere bakıldığında aslında bilimin doğası ile ilgili STEM etkinliklerinin sadece bilimin doğası hakkında düşünceleri geliştirmeye katkı sağlamadığı, aynı zamanda, öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayarak akademik başarıya da katkı sağladığı görülmektedir. Yukarıdaki ifadeler dışında, Ata`nın *“... işlediğimiz bilim insanları konusunda mesela onların hem özelliklerinden, ailevi yönlerinden falanda bahsetmiştik, bu bizim daha iyi öğrenmemize katkı sağladı”* şeklinde ifadesi de bu durumu desteklemektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada bilimin doğasını bağımlı değişken olarak seçerek ve STEM etkinliklerinin içerisine yedirerek fen bilimleri ve kimya öğretmenlerine öğrencilerinin akademik başarılarını arttırmada yeni bir yol önerilmiştir.

Bilimin doğası ile ilgili STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını da geliştirdiği yine öğrenci görüşlerinde gözler önüne serilmektedir. Örneğin, BYT`de yer alan bir soru ile ilgili B11 *“Bilim insanlarının (Rutherford, Thomson vb.) yaşadığı zamana gidip ne gibi araştırmalar, nasıl araştırmalar kullandıkları aletlere bakmak isterdim”* şeklinde bir ifade kullanırken, Hale *“Mendeleev`in periyodik tabloda bulunmayan elementlerin yerini hayal ettiği o anı”* ifadesini kullanmıştır. Bu ifadelere bakıldığında doğrudan bilim insanlarının isimlerinin verildiği ve bu durumun da yine bilimin doğası ile ilgili STEM etkinliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer olarak, öğrenci görüşmelerinde Ayşe`nin *“Bilim insanlarının hayatlarını farklı yorumlamada biraz zorlansam da çok farklı düşünmeyi öğrendim”* şeklinde açıklaması ile Naz`ın *“Kutunun içindekini bulma etkinliği benim çok dikkatimi çekmişti ve onda çok eğlenmişim konuya da daha çok daha farklı bir boyuttan bakmamı sağlamıştı aslında. Yani atomun sadece deftere yazdığımız gibi maddenin en*

küçük parçası değil de, daha çok üzerine bir şeyler katabileceğimiz bir tanecik olduğunu anladım” açıklaması bilimin doğası ile ilgili STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığın boyutlarından olan esnekliği geliştirdiğini kanıtlar niteliktedir.

Ayrıca, yine VNOS-C`de yer alan katılımcı ifadelerine bakıldığında *“Hayal Gücü ve Yaratıcılık”* kodunun farklı sorularda sıklıkla tekrar edildiği görülmektedir. Örneğin bilim insanlarının atomun yapısını nasıl açıkladıkları ile ilgili soruda B32 düşüncesini, *“Hayal gücü ve yaratıcılık kullanarak bir sonuca varıp ispatlamışlardır”* olarak açıklarken, C6 *“... hayal güçleri sayesinde”* ifadesini kullanmıştır. Benzer olarak, VNOS-C`de yer alan aynı verilerden yola çıkarak farklı sonuçların ortaya konması ile ilgili soruda katılımcıların bilim insanları ile ilgili hem farklı düşünce hem de hayal gücü vurgusu yaptıkları görülmüştür. B13 düşüncesini *“Herkesin hayal gücü, düşünme yapısı, olaya bakış açısı farklıdır. Bir konu, herkeste farklı boyutta çağrışımlar yapabilir”* olarak ifade ederken; B21, *“Her insanın farklı fikirleri ve hayal güçleri vardır. Eğer herkes aynı düşünseydi zaten bilim alanı başta olmak üzere insanlık gelişmezdi. Bu yüzden insanlar aynı verileri kullansa da farklı sonuçlar çıkarabilirler”* ve C27 *“...hayal güçleri farklıdır”* ifadelerini kullanmışlardır. Farklı bir sorudaki B5 *“Araştırmayı planlarken hayal gücüne ve hedef doğrultusunda yaratıcılıklarıyla çalışma planını belirlerler. Verileri toplarken açıklanmayan bölümleri hayal gücüyle tamamlarlar. Verileri toplama aşamasından sonra ise hala açıklanmayan fakat bilim insanının düşündüğü şey hayal gücüyle ortaya çıkar. Örneğin Demokritus`un maddenin en küçük yapısının atom olduğunu düşünmesi hayal gücüdür”* şeklinde düşüncesini açıklarken, Hale *“...Örneğin Mendeleev daha bulunmayan elementlerin yerlerini tahmin etmiş ve doğru bulmuştur”* şeklinde ifadeler kullanmıştır. Bahsedilen bu katılımcı ifadelerine bakıldığında, bilimin doğası ile ilgili hayal gücü ve yaratıcılığın farklı açılardan önem taşıdığını ifade ettikleri görülmektedir. Dolayısıyla, bilimin doğasının boyutlarına yönelik bu bahsedilen sonuçlar, bu çalışmada bilimin doğasının bağımlı değişken olarak belirlenmesinin haklı gerekçesini oluşturmaktadır.

Yukarıda belirtilen çalışma dışında, Savran`ın (2015) STEM eğitimi ve örnek etkinlikler ile ilgili çalışmasında da bilimin doğasına ait unsurlardan bahsedilmektedir. Bu çalışmada ortaya konan örnek STEM etkinliği (fırıldak etkinliği) ile ilgili, bilimin doğasına ait unsurları içerdiği (bilimsel bilginin değişebilir olma, hayal gücü ve

yaratıcılık içermeye, öznel olma, gözlem ve çıkarım farklılığı, kanun ve teori farklılığı, olgusal olma, sosyal ve kültürel olma özellikleri) ve ders öğretmenlerinin bilimin doğasına ait ön bilgileri varsa, bu etkinliği bilimin doğasını vurgulamak için derslerinde kullanabileceklerini ifade etmektedir. Bu çalışmada yer alan STEM etkinliklerinde de bilimin doğası ve boyutları vurgulanarak öğrencilerin STEM etkinlikleri yoluyla bilimin doğası hakkındaki düşüncelerinin gelişmesi sağlanmış olup, Savran'ın çalışmasındaki ifadeler bu açıdan desteklenmiştir.

5.5. Öğretmen Görüşlerine İlişkin Sonuç ve Tartışmalar

Kimya öğretmeni, STEM temelli ders etkinlikleri ile ilgili öğrencilerden olumlu dönütler aldığını, etkinliklerin öğrencilerin derslere karşı ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığını ifade etmiştir. Öğretmenin ifadeleri ile öğrencilerin ifadeleri birbirini destekler ve doğrular şekildedir. Yıldırım'ın (2016) tez çalışmasında da fen bilgisi öğretmenleriyle yapılan görüşmeler sonucunda benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Öğretmen Ela aynı zamanda STEM etkinliklerinin öğrencilerin derse aktif katılmalarını sağlandığını *“Kendi kendilerine de bazı şeyleri yapabilmeyen de olumlu yanları oldu mesela özgüvenlerinin arttığını derste mesela kendiliklerinden parmak kaldırıp söz alıyordu mesela bu da öğrencilerin özgüvenlerini olumlu etkiledi diye düşünüyorum”* cümleleri ile ifade etmiştir. Benzer olarak Eroğlu ve Bektaş'ın (2016) çalışmasında da katılımcıların, STEM temelli etkinliklerin fen derslerinde kullanımının öğrenciyi derse katma gibi avantajlarının olduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarıyla benzer olup, bu çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Öğretmen Ela'ya STEM uygulamaları ile ilgili olumsuz taraflar sorulduğunda *“Öğretmen açısından mesela kendim açımdan söyleyeyim mesela gerçekten biraz zaman alıyor yani şöyle öncesinde hazırlık yapmanız gerekiyor, ders esnasında birden fazla şey kullanıyorsunuz hani biraz gerçekten zamanı ve planlamayı iyi ayarlamak gerekiyor eğer ayarlamazsanız maalesef işler biraz sekteye uğrayabiliyor. Öğretmenin bir eğitimden geçmesi gerekiyor hatta böyle uzun süreli bir eğitimden geçmesi gerekiyor”* şeklinde olumsuzluklardan bahsetmiştir. Ela'nın bahsettiği zorluklar (zaman, ön hazırlık, öğretmen eğitimi) alan yazındaki bazı çalışmalarda da benzer

olarak tespit edilmiştir (Eroğlu & Bektaş, 2016; Siew, Amir & Chong, 2015; Turner, 2013; Yıldırım, 2016)

Öğretmen Ela STEM temelli etkinlikleri kullanacak öğretmenlere “*Bence planlamalarını çok iyi yapınlar, zamanı iyi ve etkin kullansınlar ve özellikle öğrencilerine de güvensinler yani bu planlamayı iyi yapıp işte yönergeleri doğru verdikten sonra gerçekten öğrencilerden çok güzel şey çıkıyor*” şeklinde öneriler sunmuştur. Öğretmenin sadece doğru planlama ve zamanlama ile ilgili öneriler ortaya koyduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan farklı olarak Eroğlu ve Bektaş'ın (2016) çalışmasında katılımcıların öğretmen eğitimleri, materyal desteği sağlanması ve yaygınlaştırma faaliyetlerinin yapılması şeklinde öneriler ortaya koydukları görülmüştür. Bu çalışmada, Ela öğretmenlerin eğitimden geçmesinin gerektiğini ifade ederken, bu düşüncesi ile ilgili olarak bir öneri geliştirmemiştir.

5.6. Öneriler

1. Öğretmen ve öğrencilerin görüşmeler esnasında STEM temelli etkinler ve sınav sisteminin entegrasyonuna ilişkin kaygıları olduğundan, mevcut sınav sistemi ile ilgili soru yapılarının STEM uygulamaları ile uyumlu hale getirilmesi önerilmektedir.
2. Öğretmen ve öğrenciler görüşmeler esnasında STEM temelli etkinler gibi derse aktif katılımın sağlandığı öğrenme ve öğretme stratejilerinin etkili oldukları yönünde görüş belirttikleri için, öğrencileri sınıf içinde aktif durumda tutacak, onları düşünmeye yönlendirecek ders etkinlikleri planlanması ve derslerde bu tür etkinliklere sıklıkla yer verilmesi önerilmektedir.
3. Kimya öğretmenin görüşme esnasında belirttiği gibi STEM temelli etkinlik ve uygulamalarda, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında uzman olan kişilerle iş birliği yapılması önerilmektedir.
4. STEM etkinlikleri bu çalışmada "Atom ve Periyodik" sistem ünitesi kazanımları dikkate alınarak geliştirilmiş ve bu durum bir sınırlılık olarak ifade edilmiştir. Dolayısıyla bu alanda çalışan araştırmacılar tarafından, kimya ve biyoloji gibi sınırlı çalışmanın bulunduğu alanlarda, farklı konular için etkinlik örnekleri ortaya konulması önerilmektedir.

5. Orta öğretimde farklı sınıf seviyelerinde de öğretmen ve araştırmacılar STEM uygulamalarının etkilerini inceleyebilir. Ayrıca, bu çalışmada yer alan etkinlikler, ortaokul fen derslerine de uyarlanarak etkilerine bakılabilir ve sınıf seviyesi açısından karşılaştırmalar yapılabilir.
6. Bu çalışmada bilimin doğası, STEM etkinliklerinin içerisine entegre edilerek, fen bilimleri ve kimya öğretmen/ öğretmen adaylarına öğrencilerinin akademik başarılarını arttırmak için yeni bir yol olarak önerilmiştir.
7. Bu çalışmada STEM etkinlikleri ile bilimsel yaratıcılığın geliştirilebildiği sonucu ortaya konmuş, fen bilimleri ve kimya öğretmen/ öğretmen adaylarına öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri edinmesi ve aynı zamanda onların akademik başarılarını arttırmak için geliştirdikleri STEM etkinliklerine bilimsel yaratıcılığı da entegre etmeleri önerilmiştir.
8. Bu çalışmada, görsel materyaller içeren, eğlenceli ve zengin bir öğrenme ortamı oluşturulmuş, öğrencilerin sürece aktif katılımları sağlanmış ve öğrencilerin akademik başarılarının, bilimsel yaratıcılıklarının ve bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştiği sonucuna varılmıştır. Bu sebeple, öğretmen ve öğretmen adaylarına da sınıf ortamlarını bu durumu dikkate alarak düzenlemeleri önerilir.
9. Bu çalışmadan farklı olarak, STEM alanında çalışan araştırmacılar tarafından, STEM temelli ders etkinliklerinin cinsiyet, aile öğrenim durumu, sosyoekonomik durum ve yaşanan coğrafi bölge gibi faktörler açısından etkilerine bakılabilir.
10. Bu çalışmadan farklı olarak, uygulama yapılan okul türleri çeşitlendirilerek, okul türlerine göre anlamlı bir farkın ortaya çıkıp çıkmadığına bakılabilir.

KAYNAKÇA

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: abandoning scientism, but...*Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International journal of science education*, 22(7), 665-701.
- Acat, B., Karadağ, E., & Kaplan, M. (2012). Kırsal bölgelerde fen ve teknoloji dersi öğrenme ortamları: yapılandırmacı öğrenme açısından bir değerlendirme çalışması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 106-119.
- Ad, G.M., Rotbain Y., & Stavy R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students achievement in molecular genetics, *Journal of Research In Science Teaching* 45(3), 273–292.
- Adbo, K., & Taber, K.S. (2009). Learners mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.
- Akbaba, C. (2017). Okullarda maker ve steam eğitim hareketlerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Projesi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Trakya.
- Akbulut, H., Şahin, Ç., & Çepni, S. (2012). Effect of using different teaching methods and techniques embedded within the 5E instructional model on removing students' alternative conceptions: Fluid pressure. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(4), 2403-2414.
- Akdağ, F. T., & Güneş, T. (2015). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili fen lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5 S), 1643-1656.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim

- Fakültesi. [Çevrim-içi: <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-EgitimiTurkiye-Raporu2015.pdf>], Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2016.
- Akıllı, M. (2011). *Fen bilgisi eğitimi 2. sınıf öğrencilerine “atomun yapısı” konusunun 3d bilgisayar modelleri yardımıyla öğretimi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *Katkı Teknoloji*, 4, 34-44.
- Aksu, Ş. (2004). *Multimedya ortamında kimya öğretimi: periyodik cetvel konusu ile ilgili bir model tasarlama*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7 sınıf fizik ünitesi örneği*. Yayınlanmamış doktora lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Altan, E. B., Yamak, H., & Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2).
- Anagün, Ş. S., Acat, B., & Anılan, H. (2007). Yapılandırmacı öğrenme ortamı ölçeği güvenilirlik çalışması. *VI. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu Bildiri Kitabı (SS. 493–498)*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Anagün, Ş. S., Ağır, O. & Kaynaş, E. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde öğrendiklerini günlük yaşamlarında kullanım düzeyleri*. 9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu. Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Elazığ.
- Anıl, D. (2010). Uluslararası öğrenci başarılarını değerlendirme programı (PISA)'nda Türkiye'deki öğrencilerin fen bilimleri başarılarını etkileyen faktörler. *Eğitim ve Bilim*, 34(152).
- Arslan, M. (2007). Eğitimde yapılandırmacı yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(1), 41-61.
- Aslan, AE (2001). Torrance yaratıcı düşünce testi'nin English versiyonu. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14, 19-40.
- Aslan-Tutak, F., Akaygun, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik

- öğretmen adaylarının fetemm farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Ayar, M. C., & Yalvac, B. (2016). Lessons learned: authenticity, interdisciplinarity, and mentoring for STEM learning environments. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 30-43.
- Ayas, A., & Sözbilir, M. (2017). Kimya öğretimi: Öğretmen eğitimcileri, öğretmenler ve öğretmen adayları için iyi uygulama örnekleri. *Pegem Atf İndeksi*, 1-810.
- Aygören, F. (2009). *Yapılandırmacı öğrenme ortamlarının sınıf öğretmenlerinin ve okul yöneticilerinin görüşlerine göre değerlendirilmesi (Çine örneği)*. Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Aykaç, N., & Ulubey, Ö. (2008). Yaratıcı drama yöntemi ile yapılandırmacılık ilişkisinin 2005 MEB ilköğretim programlarında değerlendirilmesi. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 3(6), 25-44.
- Bakaç, E., & Özen, R. (2016). Öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersine yönelik tutumları, yaratıcılık algıları ve öz-yeterlik inançları arasındaki ilişki. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1).
- Bakanlığı, K. (2013). 10. Kalkınma Planı (2014-2018). Ankara, <http://www.kalkinma.gov.tr/Lists/Kalknma%20Planlar/Attachments/12/Onuncu%20Kalk%20C4%20B1nma%20Plan%20C4%20B1.pdf> (Erişim Tarihi: 12.03. 2018).
- Bala, V. G. (2013). *Bilimin doğasının fen konularına entegrasyonunda biçimlendirici değerlendirme uygulamalarının bilimin doğasının öğrenimine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.
- Barry, D. M., & Kanematsu, H. (2006). International program to promote creative thinking in chemistry and science. *The Chemist*, 83(2), 10-14.
- Barry, D. M., Kanematsu, H., Lawson, M., Nakahira, K., & Ogawa, N. (2017). Virtual STEM activity for renewable energy. *Procedia Computer Science*, 112, 946-955.

- Barry, D. M., Katsuyama, S., Tanaka, T., & Kanematsu, H. (2016). Beverage engineers: Creative international STEM project. *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 8(4), 18-28.
- Baş, G. (2012). İlköğretim öğrencilerinin yapılandırmacı öğrenme ortamına ilişkin algılarının farklı değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 203-215.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23.
- Bektaş, O. (2011). *10. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı, epistemolojik inanışları ve fenin doğası hakkındaki görüşleri üzerine 5E öğrenme modelinin etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bicer, A., Navruz, B., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). STEM schools vs. non-STEM schools: Comparing students' mathematics state based test performance. *International Journal of Global Education*, 3(3), 8-18.
- Board, S. S., & National Research Council. (2007). *Earth science and applications from space: national imperatives for the next decade and beyond*. National Academies Press.
- Bonk, C. J., Oyer, E. J., & Medury, P. V. (1995). *Is this the S.C.A.L.E.?: Social constructivism and active learning environments*. Paper presented at the 1995 annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *The case for constructivist classrooms*, Virginia: ASCD Alexandria Press. <http://www.ascd.org/publications/books/199234.aspx> 15.05. 2017 tarihinde erişildi.
- Brun, M., & Hinostroza, J. E. (2014). Learning to become a teacher in the 21st century: ICT integration in Initial Teacher Education in Chile. *Educational Technology & Society*, 17(3), 222-238.

- Bukova-Güzel, E. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı matematik öğreniminin bilimi tanıma, yaşam ile ilişki kurma, öğrenmeyi öğrenme, sorgulayarak ve iletişim kurarak öğrenme üzerindeki etkisinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 135-149.
- Bulut, E., & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4(7), 55-77.
- Busbea, S. D. (2006). *The effect of constructivist learning environments on student learning in an undergraduate art appreciation course* (Unpublished doctoral dissertation). Denton: University of North Texas.
- Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2014). FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 3-23.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö., & Köklü, N. (2017). Sosyal bilimler için istatistik. *Pegem Atıf İndeksi*, 1-248.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., & Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann, 88 Post Road West, PO Box 5007, Westport, CT 06881.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Cakiroglu, J., Dogan, N., Bilican, K., Cavus, S., & Arslan, O. (2009). Influence of in-service teacher education program on science teachers' views of nature of science. *International Journal of Learning*, 16(10), 127-139.
- Campbell, M. (2006). The Effects of the 5e learning cycle model on students' understanding of force and motion concepts. (Unpublished master's thesis). University of Central Florida Department of Teaching and Learning Principles, Florida.

- Campbell, T., Zhang, D., & Neilson, D. (2011). Model based inquiry in the high school physics classroom: An exploratory study of implementation and outcomes. *Journal of Science Education and Technology*, 20(3), 258-269.
- Canpolat, E., & Tağ, M. S. (2014). Atomun yapısı konusunu öğrenmede klasik yöntemler ile bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkileri. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 87-114.
- Cardak, O., Dikmenli, M., & Saritas, O. (2008, December). Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching* 9(2), 31-50.
- Casner-Lotto, J., & Barrington, L. (2006). *Are They Really Ready to Work? Employers' Perspectives on the Basic Knowledge and Applied Skills of New Entrants to the 21st Century US Workforce. Partnership for 21st Century Skills*. 1 Massachusetts Avenue NW Suite 700, Washington, DC 20001.
- Cavallo, A., McNeely, J. C., & Marek, E. A. 2003 Eliciting students' understandings of chemical reactions using two forms of essay questions during a learning cycle. *International Journal of Science Education*, 25(5), 583-603.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ceylan, S. & Özdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 177, 223 – 228.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., ve Turner, L. A. (2015). *Araştırma Yöntemleri: Desen ve Analiz*, (Çev. A. Alpay), Anı Yayıncılık, Ankara.
- Clement, L. L. (1999). *The constitution of teachers' orientations toward teaching mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, California, CA.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple correlation/regression analysis for the behavioral sciences* (3. baskı). UK: Taylor & Francis.

- Cole, D., & Espinoza, A. (2008). Examining the academic success of Latino students in science technology engineering and mathematics (STEM) majors. *Journal of College Student Development*, 49(4), 285-300.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.
- Corlu, M. S. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*, (Unpublished doctoral dissertation), Texas A&M University, College Station, Texas.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2015). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Cropley, A.J. (2001). *Creativity in education and learning: A guide for teachers and educators*, London: British, Library Cataloguing in Publication Data.
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Genişletilmiş 4. baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çevik, M. (2017). A study of STEM Awareness Scale development for high school teachers, Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması. *Journal of Human Sciences*, 14(3), 2436-2452.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306, <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>.
- Çorlu, M. S. (2017). *STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi. STEM Kuram ve Uygulamalarıyla*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.

- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. Pusula Yayıncılık ve İletişim: İstanbul.
- Dağhan, G., Kibar, P. N., Çetin, N. M., Telli, E. & Akkoyunlu, B. (2017). Bilişim teknolojileri öğretmen adaylarının bakış açısından 21. yüzyıl öğrenen ve öğretmen özellikleri. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 7(2), 215-235.
- Dass, P. M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- Demir, K. (2007). Özgün materyal ve etkinliklerle oluşturulan yapılandırmacı öğrenme ortamının erişim düzeyleri ile tutumlara etkisi. *VI. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu*, 460-465.
- Demirel, Ö. (1999). *Öğretme Sanatı*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Deniş , H., & Balım, A. (2012). Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin Türkçeye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1-21.
- Deniş Çeliker, H. (2012). *Fen ve teknoloji dersi "güneş sistemi ve ötesi: uzay bilmecesi" ünitesinde proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrenci başarılarına, yaratıcı düşüncelerine, fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). *The SAGE handbook of qualitative research*. Sage.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krynski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States (Paper) Presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research on Dec 8-11, 2010 in Australia.
- Dünder, Ş. (2008). *İlköğretim sosyal bilgiler dersi öğrenme ortamlarının yapılandırmacı özellikler açısından değerlendirilmesi*. Unpublished doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *Science Teacher-Washington*, 70(6), 56-59.
- Ekiz, D. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdoğan, T., Akkaya, R., & Akkaya, Ç. S. (2009). Van Hiele modeline dayalı öğretim sürecinin ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme düzeylerine etkisi. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 9(1), 161-194.
- Erduran, S. (2013). Fen bilimlerine alanlar arası bakış ve eğitimde uygulamalar. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 43-49.
- Ergin, D.Y. (1995). Ölçeklerde geçerlik ve güvenilirlik. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7,125-148.
- Ergin, İ. (2006). *Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkisine bir örnek: "İki boyutta atış hareketi"*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ergun, M. (2017). *Fen Öğretiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Uygulamaları*. M. Ergun içinde, *Fen Bilimleri Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar* (s. 74). Ankara: Nobel Akademi.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi-Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67.
- Eroğlu, S., Öner Armağan, F., & Bektaş, O. (2015). Fen bilimleri dersi öğrenme ortamlarının yapılandırmacı özellikler açısından değerlendirilmesi. *Journal of Kırşehir Education Faculty*, 16(2), 293-312.
- Evrekli, E. (2010). *Fen ve teknoloji öğretiminde zihin haritası ve kavram karikatürü etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına ve sorgulayıcı öğrenme beceri algularına etkisi* (Doctoral dissertation, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Evrekli, E., İnel, D., Balım, A. G., & Kesercioğlu, T. (2009). Fen öğretmen adaylarına yönelik yapılandırmacı yaklaşım tutum ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(2), 134-148.
- Field A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 4th edition, Sage Publications, London, 2013.

- Gencer, A. S. (2017). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 1-19.
- Genç, M. (2006). *Özel okul ve devlet okulu öğretmenlerinin iş doyum düzeylerinin karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Genç, Ş. (2008). *Sosyo-kültürel oluşturma temeline tasarlanan öğretimin ortaöğretim öğrencilerinin periyodik özellikleri öğrenmeleri üzerine etkisinin belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- George, D., & Mallery, P. (2001). SPSS for Windows. *Step by Step, A pearson Education Company, USA*.
- Georghiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: focusing on transfer, durability and meta-cognition. *Educational Research*, 42(2), 119–139.
- Golgir, S. (2011). *Genel kimyada atom ve kuantum sayıları konusunda işbirlikli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Greene, J. C. 2008. "Is mixed methods social inquiry a distinctive methodology?" *Journal of Mixed Methods Research*2(1), 7-21.
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H. H., Roehrig, G., & Moore, T. (2014). A high-quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms. *School science and mathematics*, 114(3), 139-149.
- Günüç, S., Odabaşı, H.F., &ve Kuzu, A. (2013). 21. yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması: Bir Twitter uygulaması, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 436- 455.

- Hacıömeroğlu, G., & Bulut, A. S. (2016). Entegre FETEMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması/Integrative stem teaching intention questionnaire: a validity and reliability study of the Turkish Form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.
- Haladyna, T.M. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*. USA: A Viacom Company.
- Han, S. Y. (2013). *The impact of STEM PBL teacher professional development on student Mathematics achievement in high schools*. (Doctoral dissertation, Texas A&M University).
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Hand, B., & Treagust, D. F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructive framework. *School science and mathematics*, 91(4), 172-176.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80 (5), 509-534.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM journal*, 1(2), 15.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Huang, H. M. (2002). Toward constructivism for adult learners in online learning environments. *British journal of educational technology*, 33(1), 27-37.
- ISTE Standards-T. (2008). ISTE standards: Teachers. http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14_ISTE_Standards-T_PDF.pdf adresinden 21.01.2016 tarihinde edinilmiştir.
- İnce, K., & Özgelen, N. (2015). Bilimin doğası alanında son 10 yılda yapılan çalışmaların farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 447-468.

- İşleyen, T., & Küçük, B. (2013). Öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(21), 199-208.
- Jack. R Fraenkel, & Wallen, N. E. (2000). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kahraman, S. (2010). *Atomun yapısı ve orbitaler konusunda geliştirilen üç boyutlu bilgisayar destekli öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının başarıları ve tutumlarına etkisi*. Unpublished doctoral dissertation). Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erzurum.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikler* (Vol. 5). Ankara, Turkey: Asil Yayın Dağıtım.
- Kalkan, Ç., & Eroğlu, S. (2017). Destek eğitim odalarında üstün/özel yetenekli öğrenciler için stem materyallerine dayalı örnek etkinliklerin tasarlanması. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(2), 36-46.
- Kalkınma Bakanlığı, (2015b). 10. Kalkınma planı, <http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/KalkinmaPlanlari.aspx> adresinden 24.05.2015 tarihinde erişilmiştir.
- Kanematsu, H., & Barry, D. M. (2016). STEM and Creativity. *In STEM and ICT Education in Intelligent Environments* (pp. 15-23). Springer, Cham.
- Karaduman, H. (2005). *Sosyal bilgiler dersinde yapılandırmacı öğrenme ilkelerine göre hazırlanan öğretim materyallerinin öğrencilerin derse ilkin tutumlarına, başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Karakaya, F. (2017). *Ortaokul öğrencilerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (FeTeMM) mesleklerine yönelik ilgi düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

- Kaymak, H. (2005). *Kavram haritası yönteminin öğrencilerin periyodik tablo konusunu anlamalarına etkisi*. Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale.
- Keçeci, G., Alan, B., & Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. Sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18, 1-17.
- Keleşoğlu, S. & Kalaycı, N. (2017). Dördüncü Sanayi Devriminin Eşiğinde Yaratıcılık, İnovasyon ve Eğitim İlişkisi. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 12(1), 69-86.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kılıç, B. & Tezel, Ö. (2012). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin belirlenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(4), 84-101.
- Kılınç, E. C. (2011). *İnovasyon ve ulusal kalkınma: AB ülkeleri ve Türkiye üzerine bir inceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman.
- Kırıçoğlu, O.T. (2002). *Sanatta Eğitim Görmek- Öğrenmek- Yaratmak*. (2. Baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık, 190-195.
- Kızıltepe, Z. (2002). İyi ve etkili öğretmen. *Eğitim ve Bilim*, 27(126).
- Kim, H. B., Fisher, D. L., & Fraser, B. J. (1999). Assessment and investigation of constructivist science learning environments in Korea. *Research in Science & Technology Education*, 17(2), 239-249.
- King, K. P. (2005). Making Sense of Motion. *Science Scope*, 27 (5), 22–26.
- Knezek, G., Christensen, R., & Tyler-Wood, T. (2011). Contrasts in teacher and student perceptions of STEM content and careers. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(1), 92-117.
- Koçoğlu, Ç., & Köymen, Ü. (2003). Öğrencilerin hiperortam tasarımcısı olarak katıldığı öğrenme çevresinin yaratıcı düşünmeye etkisi, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(3), 127-136.
- Koştur, H. İ. (2017). FeTeMM eğitiminde bilim tarihi uygulamaları: El-Cezeri örneği. *Başkent University Journal of Education*, 4(1), 61-73.
- Köklü, N., Büyüköztürk, Ş., & Çokluk-Bökeoğlu, Ö. (2007). *Sosyal bilimler için istatistik*. Pegem A Yayıncılık.

- KPMG. (2015). Sanayi 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimi, Yarının Fabrikaları Neye Benziyor? <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2016/08/tr-sanayi-4.PDF> tarihinde
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action.*
- Küçük, Z., & Çalık, M. (2015). Effect of Enriched 5Es Model on Grade 7 Students' Conceptual Change Levels: A Case of 'Electric Current' Subject. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-28.
- Kyles, D. (2005). Managing your multigenerational workforce. *Strategic Finance*, 87(6), 52.
- Laboy-Rush, D. (2011). Whitepaper: Integrated STEM Education through Project-Based Learning. <http://www.learning.com/stem/whitepaper/> adresinden 07.01.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437.
- Lantz, H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function. Report, CurrTech Integrations, Baltimore.
- 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., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. (2013). Institute for the advancement of inquiry based science teaching (IAIBST) workshop. Illinois Institute of Technology.
- Lee, S. S., & Fraser, B. J. (2000). *The Constructivist learning environment of science classrooms in Korea.* Paper presented at the annual meeting of the Australasian Science Education Research Association, Western Australia.

- Lou, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., & Tseng, K. H. (2011). The senior high school students' learning behavioral model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 161-183.
- Lynch, S. J., Behrend, T., Peters-Burton, E., & Means, B. M. (2012). Multiple instrumental case studies of inclusive STEM-focused high schools: Opportunity structures for preparation and inspiration (OSPrI). In *annual meeting of AERA, Vancouver, BC. Retrieved August* (Vol. 10, p. 2013).
- Martins E.C. & F.Terblanche.(2003). Building Organisational Culture +at Stimulates Creativity and Innovation. *European Journal of Innovation Management Journal*. 6(1), 64-74.
- Maskill, R., Cachapuz, A. F., & Koulaidis, V. (1997). Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries. *International Journal of Science Education*, 19(6), 631-645.
- Mason, J. (2006). Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative research*, 6(1), 9-25.
- MEB (2013). İlkokullar ve ortaokullar fen bilimleri dersi öğretim programı.
- MEB. (2005). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4. ve 5. Sınıflar). Öğretim Programı. [Online]: <http://ttkb.meb.gov.tr/index1024.htm> adresinden 08.05.2017 tarihinde alınmıştır.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85.
- Merriam, SB (2013). *Nitel Araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. Selahattin Turan (Çev. Eds.), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (MEB YEGİTEK GM) (2016). STEM Eğitimi Raporu. 20 Temmuz 2017 tarihinde <http://yegitek.meb.gov.tr/www/meb-yegitek-genel-mudurlugu-stem-fen-teknolojimuhendislik-matematik-egitim-raporu-hazirladi/icerik/719> adresinden erişilmiştir.
- Minaslı, E. (2009). *Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram*

öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi. Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Mohr-Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., & Schroeder, D. C. (2014). Developing middle school students' interests in stem via summer learning experiences: See Blue STEM Camp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291-301.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*. Purdue University Press.

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*. http://www.wythe-excellence.org/media/STEM_Articles.pdf adresinden 02.02.2016 tarihinde erişilmiştir.

Munro, M., & Elsom, D. (2000). *Choosing science at 16: The Influence of science teachers and career advisers on students' decisions about science subjects and science and technology careers*. NICEC Briefing.

NAE, 2010. <https://www.nap.edu/download/21739> adresinden 03.05.2017 tarihinde erişilmiştir.

Nakiboğlu, C. (1999). *Kimya öğretmeni eğitiminde bütünlleştirici (constructivist) öğrenme modelinin öğrenci başarısına etkisi*. DEÜ Buca Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı 1, 11, 271-280.

National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.

National Science Teachers Association. (2000). NSTA position statement: The nature of science. *Document retrieved*, 3(18), 03.

Navruz, B., Erdogan, N., Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Would a STEM school 'by any other name smell as sweet'?. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1(2), 67-75.

Nelson, J. & Nelson, J. (2006). Learning Cycle Model of a Science Lesson. *The Physics Teacher*, 44, 396-397.

- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509–523.
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391-408.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1).
- Ozdilek, Z., & Ozkan, M. (2009). The Effect of Applying Elements of Instructional Design on Teaching Material for the Subject of Classification of Matter. *Online Submission*, 8(1), 1303-6521.
- Önen, A. S. (2011). The effect of candidate teachers' educational and epistemological beliefs on professional attitudes. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 293-301.
- Özden, Y. (2005). *Öğrenme ve Öğretme*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Özkök, A. (2005). Disiplinler arası yaklaşıma dayalı yaratıcı problem çözme öğretim programının yaratıcı problem çözme becerisine etkisi. *Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 28(28).
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Öztekin, E. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Öztelli, D., Corlu, M. S., Çorlu, M. A., & Capraro, R. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Pallant, J. (2016). *SPSS Kullanma Klavuzu Spss ile Adım Adım Veri Analizi*. (S. Balcı ve B. Ahi, Çeviri). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Panmueang, W., Chomchid, P., & Soamtoa, T. (2017). Learning activity management according to the stem education in chemistry course on polymer issue for secondary students at the 12th grade level. *European Journal of Education Studies*, 3(6), 415-433.

- Partnership for 21st Century Skills (2011). A Report and Mile Guide for 21st Century Skills.http://www.21stcenturyskills.org/downloads/P21_Report.pdf adresinden 05.02.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Patton, QM (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. Mesut Butun ve Selçuk Beşir Demir (Trans.Eds.). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Peters-Burton, E. E. (2014). Is there a “Nature of STEM”? *School Science and Mathematics*, 114 (3), 99–101.
- Plano Clark, V. L., Huddleston-Casas, C. A., Churchill, S. L., O'Neil Green, D., & Garrett, A. L. (2008). Mixed methods approaches in family science research. *Journal of Family Issues*, 29(11), 1543-1566.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83-96.
- Polanyi, K. (2007) Büyük Dönüşüm, İstanbul: İletişim.
- Ramaley, J. A. (2007). *Facilitating change: Experience with the reform of STEM Education*. Retrieved August 2011 from <http://www.wmich.edu/science/facilitatingchange/Products/RamaleyPresentation.pdf>
- Sanders, M. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Riechert, S. E., & Post, B. K. (2010). From skeletons to bridges & other STEM enrichment exercises for high school biology. *The american biology Teacher*, 72(1), 20-22.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM Education. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.

- Roth, W. M. (2003). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 114-139.
- Sağnak, M. (2005). İlköğretim okullarında görevli yönetici ve öğretmenlerin örgütsel değerlere ilişkin algıları. *Eğitim ve Bilim*, 30(135).
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanjaya, I. G. M. (2018, April). The development of learning material using learning cycle 5E model based stem to improve students' learning outcomes in Thermochemistry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1006, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F., & Yowell, J. L. (2003). Standard-based engineering curricula as a vehicle for K-12 science and math integration. *Frontiers in Education*, 2, 1-5.
- Schreglman, S., & Mengi, F. (2013). Yapılandırmacı sınıf öğrenme ortamı algısı. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(7).
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education*, 88(4), 610-645.
- Selvi, M., & Yıldırım, B. (2017). STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM sos modeli. *Pegem Atıf İndeksi*, 203-236.
- Seren, S., & Veli, E. 2005 yılı itibariyle değişen fen bilimleri dersi öğretim programlarında stem eğitime yer verilme düzeylerinin karşılaştırılması. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 24-47.
- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 8.
- Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323-332.

- Sönmez, E.(2014). *Müfredat dışı biyoteknoloji etkinliklerinin öğrencilerin biyoteknoloji bilgilerine ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi*. Yüksek Lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Starko, A. J. (2013). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. Routledge.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Suarez-Orozco, M. (Ed.). (2007). *Learning in the global era: International perspectives on globalization and education*. Univ of California Press.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 1-26.
- Şahin, İ. (2008). Yeni ilköğretim birinci kademe fen ve teknoloji programının değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 177, 181–207.
- Tağ, M. S. (2012). *Atomun yapısı konusunu öğrenmede klasik yöntemler ile bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Tashakkori, A., Teddlie, C., & Teddlie, C. B. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches* (Vol. 46). Sage.
- Tekerek, B., & Karakaya, F. (2018). STEM education awareness of pre-service science teachers. *International Online Journal of Education and Teaching/ISSN: 2148-225X*, 5(2), 348-359.
- Tekin, H. (1996). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. (10. Baskı). Ankara: Yargı Yayınları.
- Thomas, T. A., (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3625770).
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions*. Washington, DC: National Governors Association (NGA), Center for Best Practices. Retrieved from <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/1112STEMGUIDE.PDF> adresinden 03.04.2017 tarihinde erişilmiştir.

- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering and math education agenda. National Governors Association, US.
- Torrance, E.P. (1967). *The Minnesota Studies Of Creative Behavior: National And International Extensions. Buffalo: Journal Of Creative Behavior, 1:137-154.*
- Tseng, K. H., Chang , C. C, Lou, Ş. J. & Chen W. P.(2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal Technology Design Education, 23(1), 87–102.*
- Turgut, H. (2005). Yapılandırmacı Tasarım Uygulamasının Fen bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Okuryazarlık Yeterliklerinden Bilimin Doğası ve BilimTeknoloji-Toplum İlişkisi Boyutlarının Gelişimine Etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Turgut, H., & Fer, S. (2006). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Okuryazarlık Yeterliklerinin Geliştirilmesinde Sosyal Yapılandırmacı Öğretim Tasarımı Uygulamasının Etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 24, 205-229.*
- Türkhan, S. (2013). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi periyodik cetvel cetvel konusunda kavram haritası kullanımının öğrencilerin başarısına etkisi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- TÜSİAD (2014). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması.* TUSIAD.
- TÜSİAD 2016, *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0: Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi,* İstanbul: TÜSİAD.
- Twirly Activity (2014). <http://msed.iit.edu/projectican/twirly.html> adresinden 12.3.2017 tarihinde erişilmiştir.
- TYÇ, 2015. <https://www.myk.gov.tr/index.php/tr/turkiye-yeterlilikler-cercevesi> adresinden 12.10.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. (2015). 21. Yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35(2), 209-229.*

- URL-1 http://www.teknolojide.com/inovasyon-nedir_4929.aspx adresinden 12.11.2017 tarihinde erişilmiştir.
- URL-2 <https://e-okulbilgi.com/atom-nedir-atomun-yapisi-ve-ozellikleri-nelerdir-563.html> adresinden 21.06.2018 tarihinde erişilmiştir.
- URL-3 http://webders.net/periodyk-tablo-ders-10-96p1.html?fb_comment_id=760438490724800_786093908159258#f1ee3839194c834 adresinden 21.06.2018 tarihinde erişilmiştir.
- URL-4 http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v2-pdf adresinden 16.12.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-5 <http://www.endustri40.com/almanyanin-endustri-4-0-vizyonu/> adresinden 12.11.2017 tarihinde erişilmiştir.
- URL-6 https://www.youtube.com/watch?v=UdbEgPu_qdc adresinden 12.10.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-7 <http://www.nkfu.com/john-dalton-kimdir-kisaca/> adresinden 22.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-8 <http://www.eba.gov.tr/video/izle/0258768dfda2849124a1d9e8ac6892a589cf081ed6007> adresinden 15.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-9 <http://www.eba.gov.tr/video/izle/025879eda33e33cfd41c9b527918bbf1d944281ed6001> adresinden 25.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-10 <https://www.youtube.com/watch?v=XU8nMKkzbT8> adresinden 06.12.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-11 <https://www.frmtr.com/kimya/3848377-william-crooks-hayati-ve-calismalari.html> adresinden 15.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-12 <https://www.youtube.com/watch?v=JGATmm18tUc> adresinden 18.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-13 http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/14_14_00_d52a4.pdf adresinden 18.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-14 <https://www.youtube.com/watch?v=ToEF6GRQFsg> adresinden 21.11.2016 tarihinde erişilmiştir.


- URL-15 <https://www.teacherspayteachers.com/Product/Atomic-Theory-Rutherford-Gold-foil-Experiment-Nucleus-Proton-2714333> adresinden 19.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- URL-16 <https://www.youtube.com/watch?v=I5H1SeepnaU> adresinden 16.11.2016 tarihinde erişilmiştir.
- Uysal, M. E. (2009). *İlköğretim Türkçe dersinde işbirlikli öğrenmenin erişi, eleştirel düşünce ve yaratıcılık becerilerine etkisi* (Doctoral dissertation, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Üce, M. & Sarıçayır, H. (2013). Ortaöğretim 12. sınıf kimya dersi öğretim programının uygulanması ile ilgili kimya öğretmenlerinin görüşleri. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 38, 167-177.
- Van Soom, C., & Donche, V. (2014). Profiling first-year students in STEM programs based on autonomous motivation and academic self-concept and relationship with academic achievement. *PloS one*, 9(11), e112489.
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20–24.
- Walsh, E., Anders, K., & Hancock, S. (2013). Understanding, attitude and environment: The essentials for developing creativity in STEM researchers. *International Journal for Researcher Development*, 4(1), 19-38.
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3494678).
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26–35.
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2).


- Yanpar, T., Hazer, B., & Arslan, A. (2006). 10. Sınıf çözümlülük konusunda oluşturmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11) 113-122.
- Yanpar-Sahin, T. (2001). Olusturmacı yaklasımın sosyal bilgiler dersinde bilissel ve duyussal ogrenmeye etkisi [The effect of constructivist approach on cognitive and affective learning in social studies]. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1(2), 463-482.
- Yenilmez, K., & Balbağ, M. Z. (2016). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik tutumları. *Journal of Research in Education and Teaching*. 5 (4), 301-307.
- Yenilmez, K., & Yolcu, B. (2007). Öğretmen davranışlarının yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine katkısı. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 18, 95-105.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., Şahin, E., & ve Tabaru, G. (2017). STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimin doğası inançları, bilimsel araştırma ve yapılandırmacı yaklaşıma yönelik tutumları üzerindeki etkisi. *International Congress Of Eurasian Social Sciences (ICOESS) Özel Sayısı*, 8(8), 16-29.
- Yılmaz, B. (2006). *Beşinci sınıf öğretmenlerinin fen ve teknoloji dersinde yapılandırmacı öğrenme ortamı düzenleme becerileri*. Unpublished master's thesis, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, H., Yiğit Koyunkaya M., Güler F., & Güzey S. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Eğitimi Tutum Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi* 25(5), 1787-1800.
- Yurdakul, B. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının sosyal bilişsel bağlamda bilgiyi oluşturmaya katkısı. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(20), 39-67.
- Zech, D. M. (2014). *Efficacy of STEM Initiatives Utilizing Project-Based Learning with Inclusion Students in an Urban High School* (Doctoral dissertation, Walden University).

EKLER

EK 1. Uygulama İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 04/10/2016-E.79028




T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı :14065294-044/
Konu :Anketler

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : a) 07/09/2016 tarihli ve 72076 sayılı yazınız.
b) Kayseri Valiliğinin 27/09/2016 tarihli ve 10342286 sayılı yazısı.

Enstitünüz İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencilerinden Seyide EROĞLU'nun "*Ortaöğretim 9.Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Periyodik Cetvel Ünitesindeki Başarılarına, Yaratıcılıklarına ve Bilimin Doğası Hakkındaki Düşüncelerine FeteMM Temelli Öğrenme Stratejisinin Etkisi*" konulu yüksek lisans tez çalışmasını Kayseri İl Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı ilgi yazınız ekindeki listede yer alan okullarda yapması uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

e-İmzalıdır

Prof.Dr. Mustafa Kemal APALAK
Rektör Yardımcısı

EK :
1 Adet İlgi Yazı

Fis : 24112

Evrak Değerlendirmek İçin : http://obys.erciyes.edu.tr/en/Visyon-Sorgula/validite_dao.aspx?V=9E8D40SLP

Köşk Mahallesi Kızıldağ Bilgi Sokak No:1 39000 Melikgazi KAYSERİ
Telefon: +90 352 437 49 47
E-Posta: ogridisk@erciyes.edu.tr

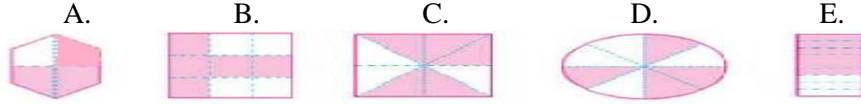
Ayrıntılı bilgi için oribat Çöğür İlerisoğlu
Faks: +90 352 437 20 22
Elektronik A.Ş: <http://ogrid.erciyes.edu.tr>

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 2. APAB Pilot Uygulama

APAB Sorular

1. 27 gram CaS (kalsiyum sülfür) bileşiğinin 12 gramı S (kükürt) elementidir. Buna göre, aşağıdaki şekillerden hangisi CaS bileşiğini oluşturan elementler arasındaki kütlece birleşme oranını (mCa/ mS) ifade eder? (bölmeler eşit aralıktır.)

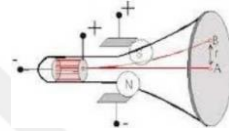


2. İngiliz bilim adamı John Dalton'un 1805 yılında ortaya attığı atom modeli ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi günümüzde hala geçerliğini korumaktadır?

- Atomlar içi dolu küreciklerdir.
- Elementler bölünemez parçacıklardan (atomlardan) oluşmuştur.
- Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamaz veya parçalanamazlar.
- Bir elementin tüm atomları aynıdır, ancak farklı elementlerin atomları farklıdır.
- Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında değişmez bir oran vardır.

3. Yanda 1897 yılında Thomson tarafından gerçekleştirilen katot ışınları deney düzeneği görülmektedir. Bu deney sonucunda Thomson'un ulaştığı sonuç aşağıdakilerden hangisi **olamaz**?

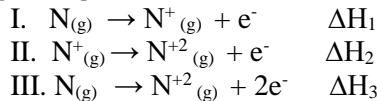
- Katot ışınları (-) yüklü taneciklerdir.
- Katot ışınları katoda doğru hareket ederler.
- Katot ışınları manyetik ve elektrik alanda saparlar.
- Yük/kütle oranı (e/m) katot materyalinin cinsine bağlı değildir.
- Tüpün içindeki gazın cinsine bağlı olarak katot ışınlarının özelliği değişir.



4. Aşağıda belirtilen olaylardan hangileri atomun bölünebilir olduğuna işaret eden bulgulardan biri **olamaz**?



5. ${}^7\text{N}$ (Azot) ile ilgili verilen tepkimelerin ΔH değerleri için aşağıda verilen ifadelerden hangisi **doğrudur**?



- ΔH_2 negatif değer alır.
- ΔH_1 azot atomunun 1 elektron alması sırasındaki enerji değişimidir.
- ΔH_3 azot atomunu için 2. iyonlaşma enerjisi olarak tanımlanır.
- ΔH_1 enerji değeri ΔH_2 olarak ifade edilen enerji değerinden büyüktür ($\Delta H_2 < \Delta H_1$).
- $(\Delta H_1 + \Delta H_2)$ enerji değeri azot atomunun iki elektron birden alması için gerekli enerji olarak tanımlanır.

6. X, Y ve Z elementleri ile ilgili şu bilgiler veriliyor;
- X ve Y aynı periyottadır.
 - X ve Z aynı gruptadır.
 - X'in atom yapı çapı en küçüktür.

Buna göre, elementlerin periyodik sistemdeki konumu seçeneklerin hangisinde **doğru verilmiştir**?

A.	B.	C.	D.	E.
Y X Z	Y X Z	Z Y X	Z Y X	Z X Y

7. Yukarıda periyodik sistemden bir kesit verilmiştir. Buna göre, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	5A	6A	7A	8A
2.p	X	Y	Z	
3.p		T	L	
4.p			K	

- Elektron ilgisi en küçük olan T' dir.
- Elektronegatifliği en büyük olan X' dir.
- Birinci iyonlaşma enerjisi en büyük olan K' dır.
2. periyotta atom çapı arasındaki ilişki $X > Y > Z$ dir.
3. periyotta ametallik özellikleri arasındaki ilişki $T > L$ dir.

8. Aşağıda atom ve atomu oluşturan atom altı taneciklerle ilgili karşılaştırmalar bulunmaktadır.

- Bir atom sıkıştırılabilsedi hacim değişimi ihmal edilebilecek miktarda olurdu.
- Atomun çekirdeği bir golf topu olsaydı, atomun çapı Kadir has stadyumu kadar olacaktı.
- Proton veya nötron 10 kg'lık bir karpuz olarak kabul edilirse, elektron 5 g'lık bir erik olabilir.

Yukarıda verilen karşılaştırmalardan hangileri **doğru olarak kabul edilebilir**?

- Yalnız I
- Yalnız II
- I ve II
- II ve III
- I, II ve III

9. Atom altı taneciklerin yükleri ve kütleleri ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

- Nötronlar yüksüz taneciklerdir.
- Nötronların atomun kütesine katkısı yoktur.
- Protonlar, atom çekirdeğinde bulunan (+) yüklü taneciklerdir.
- Elektronların atomun kütesine katkısı ihmal edilebilecek kadar küçüktür.
- Elektronlar ışık hızına yakın bir hızda hareket eden negatif yüklü taneciklerdir.

10. Bir elementi oluşturan atomlara ait aşağıdakilerden hangi ikisi bilirse o elementin periyodik sistemdeki yerini **kesin olarak** bulabiliriz?

- Nötron sayısı ve katman sayısı
- Kütle numarası ve nötron sayısı
- Kütle numarası ve katman sayısı
- Nötron sayısı ve değerlik elektron sayısı
- Kütle numarası ve değerlik elektron sayısı

11. ${}^{19}_aX$ ile ${}^b_{10}Y$ atom çifti birbirinin izotonu, ${}^{19}_aX$ ile ${}^{20}_9Y$ atom çifti ise birbirinin izotopudur. Buna göre, a ve b sayıları kaçtır?

- | | |
|-------|----|
| a | b |
| A. 9 | 19 |
| B. 9 | 10 |
| C. 9 | 20 |
| D. 10 | 20 |
| E. 10 | 11 |

12. Dalton atom modelinde belirtilen “Bir elementin atomları ağırlıkça ve büyüklükçe aynıdır” ifadesi günümüzde aşağıdaki hangi kavram için doğru **değildir**?

- A. İzotop atom
- B. İzoton atom
- C. İzobar atom
- D. Allotrop atom
- E. İzoelektronik atom

13. Milikan'ın yağ damlası deneyi aşağıda şema ile gösterilmektedir.



Bu deneyle ilgili olarak; aşağıda verilen ifadelerden hangisi **Milikan 'ın** elde ettiği gözlem ve sonuçlardan **biri değildir**?

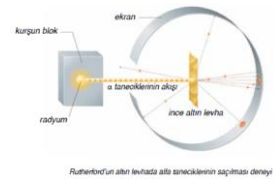
- A. Yağ damlacıkları eksi yükü yüklenir.
- B. Koparılan elektronlar yağ damlacıklarına yapışırlar.
- C. Deney sonucundan yola çıkılarak elektronun kütle/ yük (m/e) oranı hesaplanmıştır.
- D. Kütleli büyük olan yüklü tanecik, kütleli küçük olan taneciğe göre daha fazla sapar
- E. Yüklü taneciklerin elektriksel alanda sapma açısı taneciğin yükü ile doğru orantılıdır.

14. Aşağıda Thomson atom modeli ile ilgili verilen ifadelerden hangisi günümüzde kabul gören modern atom modeline göre **doğru bir ifadedir**?

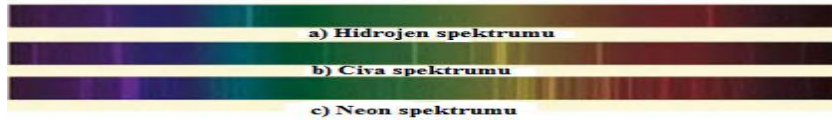
- A. Atomda yüklü tanecikler bulunur.
- B. Atom, yarıçapı 10^{-8} cm olan küredir.
- C. Thomson atomu üzümlü keke benzetmiştir.
- D. Atomun gövdesini pozitif yüklü tanecikler oluşturur.
- E. Atomun kütlesi zıt yüklü taneciklerin kütleleri toplamına eşittir.

15. Rutherford' un yaptığı alfa parçacıkları deneyi ile aşağıdaki sorulardan hangisine **cevap aramıştır**?

- A. Protonun yük/kütle oranı nedir?
- B. Atomun nötral yapısı nasıl sağlanır?
- C. Atomu oluşturan tanecikler atomda nerede bulunurlar?
- D. Elektronlar çekirdek etrafında nasıl ve nerelerde bulunmaktadır?
- E. Atomlar kimyasal tepkimeler sonucunda ne tür değişikliklere uğramaktadırlar?



16. Aşağıdaki görselde farklı atomların spektrumları bulunmaktadır. Bu spektrumlardan yola çıkılarak ulaşılabilecek **en önemli sonuç** aşağıdakilerden hangisidir?



- A. Sürekli (kesintisiz) spektrumda renkler arasında boşluklar yoktur.
- B. Spektrumlardaki farklılıklar insandaki parmak izleri gibi her madde de kendine özgüdür.
- C. Spektrum farklılıklarından yararlanılarak maddelerin oda koşullarındaki fiziksel hali tespit edilir.
- D. Spektrum farklılıkları, atomların değerlik elektron sayılarının farklı oluşundan kaynaklanır.
- E. Hidrojenin yayınma ve soğurma spektrumları oldukça basittir ancak atomların elektron sayısı arttıkça spektrumlar daha karmaşık hâle gelir.

17. Atom spektrumları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Gökkuşağı atom (çizgi) spektrumuna örnek olarak gösterilebilir.
- B. Gaz halindeki bazı maddeler ısıtıldığında atom (çizgi) spektrumu oluşturur.
- C. Ateş üzerine atılan tuzun alev rengini değiştirmesi tuz içindeki sodyum elementinden kaynaklanır.
- D. Farklı elementlerin atomları, enerji alıp uyarıldıktan sonra, temel hâle dönerken o elemente özgü renklerde ışınlar yayarlar.
- E. Havai fişeklerde farklı renklerin oluşması farklı atomik spektrumlara sahip farklı elementleri içermelerinden kaynaklanır.

18. Atom modelleri ile ilgili olarak aşağıdaki öğrencilerin verdiği bilgilerden hangisi **Bohr** tarafından **ileri sürülmüştür**?



- A. Murat
- B. Hüseyin
- C. Nihal
- D. Erkan
- E. Ediz

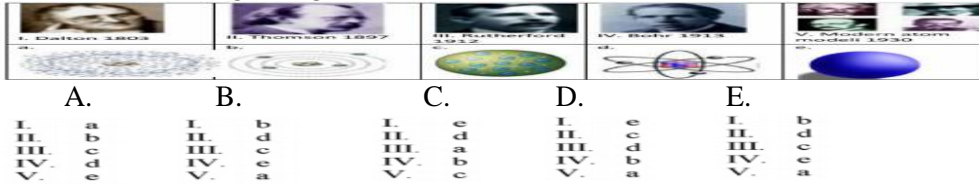
19. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi Bohr atom modelinin **sınırlılıklarından** biri **değildir**?

- A. Çok elektronlu sistemlerin açıklanmasında kullanılamaz.
- B. Elektronların belirli bir dairesel yörüngede döndüğünü belirtmiştir.
- C. Bohr atom modeli tek elektronlu (${}_1\text{H}$, ${}_2\text{He}^+$, ${}_3\text{Li}^{2+}$) sistemler için geçerlidir.
- D. Elektronun kararlı yörüngelerde niçin ışıma yapmadığını izah edememiştir.
- E. Bohr, elektronların çekirdeğe göre uzaklıkları ve yörüngeleri ile ilgili yorumlar yapmıştır.

20. Atom modelleri ve bu modellerle ilişkili bilim adamlarına dair aşağıdaki yargılardan hangisi **doğrudur**?

- A. **Dalton**: Kararlı bir atom düşük enerjilidir.
- B. **Thomson**: Bütün maddeler atom adı verilen küçük parçalardan oluşmuştur.
- C. **Modern Atom Teorisi**: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.
- D. **Bohr**: Atom pozitif yüklü bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan oluşmuştur.
- E. **Rutherford**: Atom bir küre şeklindedir ve pozitif yük bu kürenin içine düzgün dağılmıştır.

21. Aşağıda yer alan bilim adamları ve önerdikleri atom modelleri ile ilgili olarak aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi **doğrudur**?



22. Mendeleev'in ortaya attığı ilk periyodik sistem ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi **doğrudur**?

- A. 8 tane A grubu vardır.
- B. Fiziksel özellikleri benzer elementleri alt alta yazılmıştır.
- C. Aynı periyotta bulunan elementlerin kimyasal özellikleri benzerdir.
- D. O güne kadar bilinen 63 elementi atom numaralarına göre sıralamıştır.
- E. Bulunamayan elementlerin (Ga, Sc ve Ge) yerlerini boş bırakmış bu elementlerin ileride bulunacağından söz etmiştir.

23. Modern periyodik sistem ve oluşma süreci ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?
- A. Elementlerin ilk sistematik gruplandırma girişimi Dimitri Mendeleyev tarafından yapılmıştır.
- B. Elementlerin modern sisteme en yakın sınıflandırması Dimitri Mendeleyev tarafından yapılmıştır.
- C. Moseley atom numaralarını bulana kadar, elementler periyodik sistemde kimyasal özelliklerine göre sıralanmıştır.
- D. Johann Döbereiner yaptığı düzenlemeyi, müzikteki sekizli terimden esinlenerek oktavlar (sekizli) kuralı olarak tanımlamıştır.
- E. John Newlands elementlerin sınıflandırılması ile ilgili benzer özellik gösteren elementleri üçlü gruplar halinde bir araya getirmiştir.

24. Bahaddin'in ifadesine göre, X elementi ile ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi **yanlıştır**?

- A. Alkali metalidir.
- B. Isıyı ve elektriği iletir.
- C. 4. periyot elementidir.
- D. Oda koşullarında katı veya sıvı halde bulunabilir.
- E. +1 yüklü iyonu soy gaz elektron dizilişindedir.



25. ${}_{9}X$ ve ${}_{17}Y$ elementlerinin ortak özellikleri ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur**?

- A. Atomik yapıya sahiptir.
- B. Parlak görünümlüdürler.
- C. Elektronegatiflikleri düşüktür.
- D. Bir elektron vererek oktete ulaşırlar.
- E. Hidrojenli bileşikler asidik özellik gösterir.

26. Temel halde bulunan X elementi ile ilgili,

- Elektron dağılımında 3 katmanı vardır.
- Bulunduğu periyot içinde atom numarası en küçük element olduğu bilinmektedir.

Verilen bilgilere göre, X in atom numarası aşağıdakilerden hangisidir?

- A. 11
- B. 15
- C. 17
- D. 18
- E. 28

27. X, Y ve Z atomlarının katmanlarındaki elektron sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	1. Katman	2. Katman	3. Katman
X:	2	–	–
Y:	2	1	–
Z:	2	8	7

Buna göre aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. X atomu kararlıdır.
- B. Y metal, Z ametaldir.
- C. Z elektron almaya yatkındır.
- D. Periyodik sistemde grup numarası en küçük olan X'tir.
- E. Y bileşik haline geçerken bir elektron vererek katman elektron dizilimi X'e benzer.

28.

X: Bileşik oluştururken katyon (+ yüklü) olma eğilimindedir.

Y: Tel ve levha hâline getirilemez.

Z: Kararlı yapıdadır.

X, Y ve Z elementleri ile ilgili yukarıda verilen özelliklere göre aşağıdaki sınıflandırmalardan

hangisi doğru olabilir?

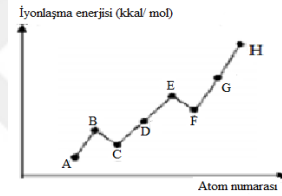
	X	Y	Z
A.	Lityum	Karbon	Neon
B.	Karbon	Lityum	Helyum
C.	Lityum	Neon	Karbon
D.	Sodyum	Karbon	Lityum
E.	Azot	Karbon	Helyum

29. Aşağıda sıralanan özelliklerden kaç tanesi yarı metal özellik gösteren bir elemente aittir?

- Kararlı yapıdadırlar.
 - Bileşik oluşturmazlar.
 - Parlak ya da mat olabilirler.
 - İşlenip tel ve levha hâline getirilebilirler.
 - Isıyı ve elektriği ametallerden daha iyi, metallerden daha az iletirler.
- A. 1 B.2 C. 3 D. 4 E.5

30. İkinci periyot elementleri için verilen iyonlaşma enerjisinin atom numarasına göre değişim grafiği ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- H, soygaz, G, halojendir.
- A, alkali metaldir.
- B ve E küresel simetri gösterirler.
- B, tabiatta bileşikleri halinde bulunur.
- C ile F, CF_3 iyonik bağ bileşimini oluşturur.



31. Aşağıdaki baloncuklarda Kübra, Fatma ve Ümran atomlarda elektron ilgisinin neye göre değiştiğini tartışmaktadır. Elektron ilgisinin neye göre değiştiği ile ilgili olarak kim veya kimler doğru söylemektedir?

- Yalnız Kübra
- Yalnız Fatma
- Kübra ve Fatma
- Fatma ve Ümran
- Kübra, Fatma ve Ümran



32. Periyodik tabloda 2. Periyotta bulunan sodyumdan (Na) klora (Cl) doğru gidildikçe, aşağıdaki değişimlerden hangisi gerçekleşir?

- Atom çapı küçülür.
- Elektron ilgisi azalır.
- Elektronegatifliği azalır.
- Elementlerin metalik özelliği artar.
- Atomların elektron verme isteği artar.

33. Aşağıdakilerden hangisi atom yarıçapı ve iyonlaşma enerjisi arasındaki ilişkiyi hem bir periyot hem de bir grup için doğru açıklar?

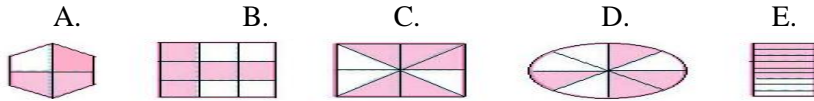
Periyot	Grup
A.	Doğru orantılıdır
B.	Ters orantılıdır
C.	Doğru orantılıdır
D.	Hem ters hem de doğru orantılıdır
E.	Hem ters hem de doğru orantılıdır

EK 3. APAB Son Hali**ATOM ve PERİYODİK SİSTEM BAŞARI TESTİ (APCBT) Sorular****Sevgili****Öğrenciler**

Bu test sizin atom ve periyodik sistem konusunda mevcut bilgilerinizi belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Sorular çoktan seçmeli olup, tek bir doğru cevabı bulunmaktadır. Sizden istenilen öncelikli olarak aşağıda yer alan kişisel bilgilerinizi doğru bir şekilde doldurmanız, sonrada size göre doğru olan cevabı belirleyip cevap anahtarına uygun bir şekilde kodlamanızdır. Yanlış cevaplar doğru cevapları etkilememektedir o yüzden soruları boş bırakmayınız. Test 33 sorudan oluşmakta ve toplam süre 40 dakikadır. İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Seyide EROĞLU**Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ****Adı-Soyadı:****Cinsiyet: K / E****Yaş:****Sınıf:****Anne öğrenim durumu: (ilk) (orta) (lise) (üniversite) (yüksek lisans) (doktora)****Baba öğrenim durumu: (ilk) (orta) (lise) (üniversite) (yüksek lisans) (doktora)****SORULAR**

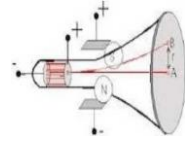
1. 27 gram CaS (kalsiyum sülfür) bileşiğinin 12 gramı S (kükürt) elementidir. Buna göre, aşağıdaki şekillerden hangisi CaS bileşiğini oluşturan elementler arasındaki kütlece birleşme oranını (mCa/mS) ifade eder? (bölmeler eşit aralıktır.)



2. İngiliz bilim adamı John Dalton'un 1805 yılında ortaya attığı atom modeli ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır?

- Atomlar içi dolu küreciklerdir.
- Elementler bölünemez parçacıklardan (atomlardan) oluşmuştur.
- Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamaz veya parçalanamazlar.
- Bir elementin tüm atomları aynıdır, ancak farklı elementlerin atomları farklıdır.
- Bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında değişmez bir oran vardır.

3. Yanda 1897 yılında Thomson tarafından gerçekleştirilen katot ışınları deney düzeneği görülmektedir. Bu deney sonucunda Thomson'un ulaştığı **en önemli sonuç** aşağıdakilerden hangisidir?



- Katot ışınlarının (-) yüklü tanecikler olması.
- Katot ışınlarının katottan anoda doğru hareket etmesi.
- Katot ışınlarının manyetik ve elektrik alanda sapması.
- Katot ışınlarının özelliğinin tüpte kullanılan gazın türünden bağımsız olması.
- Katot ışınlarının manyetik ve elektrik alanda sapmasına bağlı olarak elektron için yük/kütle oranı (e/m) oranının hesaplanması.

4. Aşağıda belirtilen olaylardan hangileri atomun bölünebilir olduğuna işaret eden bulgulardan biri **olamaz**?

- Elektroliz deneyi.
- Bazı ametallerin ısıyı iletmesi.
- Yıldırım ve şimşek gibi doğal olaylar.
- Yün kazağı çıkartırken çıtırtılar oluşması.
- Saçı sürülen plastik tarağın kağıt parçalarını çekmesi.

5. Periyodik tabloda 2. Periyotta bulunan sodyumdan (Na) klor (Cl) doğru gidildikçe, aşağıdaki değişimlerden hangisi gerçekleşir?

- A. Atom çapı küçülür.
- B. Elektron ilgisi azalır.
- C. Elektronegatifliği azalır.
- D. Elementlerin metalik özelliği artar.
- E. Atomların elektron verme isteği artar.

6. X, Y ve Z elementleri ile ilgili şu bilgiler veriliyor;

- X ve Y aynı periyottadır.
- X ve Z aynı gruptadır.
- X'in atom yapı çapı en küçüktür.

Buna göre, elementlerin periyodik sistemdeki konumu seçeneklerin hangisinde **doğru verilmiştir?**

A.	B.	C.	D.	E.																				
<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Y</td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>Z</td></tr></table>	Y	X		Z	<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Y</td><td>X</td></tr><tr><td>Z</td><td></td></tr></table>	Y	X	Z		<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Z</td><td>Y</td></tr><tr><td>X</td><td></td></tr></table>	Z	Y	X		<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td>Z</td><td></td></tr></table>	X	Y	Z		<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td>Y</td><td>Z</td></tr><tr><td></td><td>X</td></tr></table>	Y	Z		X
Y	X																							
	Z																							
Y	X																							
Z																								
Z	Y																							
X																								
X	Y																							
Z																								
Y	Z																							
	X																							

7. Yukarıda periyodik sistemden bir kesit verilmiştir. Buna göre, aşağıdakilerden hangisi **doğrudur?**

- A. Elektron ilgisi en küçük olan T' dir.
- B. Elektronegatifliği en büyük olan X' dir.
- C. Birinci iyonlaşma enerjisi en büyük olan K' dir.
- D. 2. periyotta atom çapı arasındaki ilişki $X > Y > Z$ dir.
- E. 3. periyotta ametallik özellikleri arasındaki ilişki $T > L$ dir.

	5A	6A	7A	8A
2.p	X	Y	Z	
3.p		T	L	
4.p			K	

8. Aşağıda atom ve atomu oluşturan atom altı taneciklerle ilgili karşılaştırmalar bulunmaktadır.

- I. Atomun çekirdeği bir golf topu olsaydı, atomun çapı Kadir has stadyumu kadar olacaktı.
- II. Proton veya nötron bir karpuz olarak kabul edilirse, elektron bir erik olabilir.
- III. Bir hidrojen atomunun protonu bir futbol sahasının ortasına konmuş sinek kabul edilirse, elektronun doldurduğu hacim, futbol stadının tümünü kapsar.

Yukarıda verilen karşılaştırmalardan hangileri **doğru olarak kabul edilebilir?**

- A. Yalnız I
- B. Yalnız II
- C. I ve II
- D. II ve III
- E. I, II ve III

9. Atom altı taneciklerin yükleri ve kütleleri ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır?**

- A. Nötronlar yüksüz taneciklerdir.
- B. Nötronların atomun kütlesine katkısı yoktur.
- C. Protonlar, atom çekirdeğinde bulunan (+) yüklü taneciklerdir.
- D. Elektronların atomun kütlesine katkısı ihmal edilebilecek kadar küçüktür.
- E. Elektronlar ışık hızına yakın bir hızda hareket eden negatif yüklü taneciklerdir.

10. Bir elementi oluşturan atomlara ait aşağıdakilerden hangi ikisi bilinirse o elementin periyodik sistemdeki yerini **kesin olarak** bulabiliriz?

- A. Nötron sayısı ve katman sayısı
- B. Kütle numarası ve nötron sayısı
- C. Kütle numarası ve katman sayısı

- D. Nötron sayısı ve değerlik elektron sayısı
E. Kütle numarası ve değerlik elektron sayısı

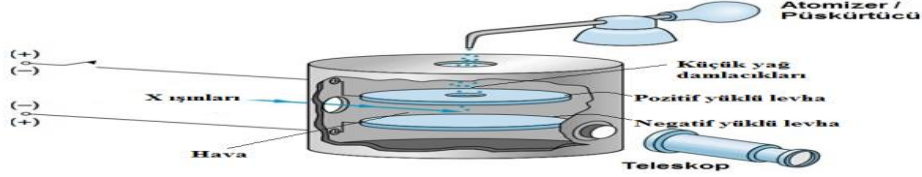
11. ${}^{19}_aX$ ile ${}^{b}_{10}Y$ atom çifti birbirinin izotonu, ${}^{19}_aX$ ile ${}^{20}_9Y$ atom çifti ise birbirinin izotopudur. Buna göre, a ve b sayıları kaçtır?

	a	b
A.	9	19
B.	9	10
C.	9	20
D.	10	20
E.	10	11

12. Dalton atom modelinde belirtilen “Bir elementin tüm atomlarının kütlesi aynıdır” ifadesi günümüzde aşağıdaki hangi kavram için doğru değildir?

- A. İzotop atom
B. İzoton atom
C. İzobar atom
D. Allotrop atom
E. İzoelektronik atom

13. Milikan'ın yağ damlası deneyi aşağıda şema ile gösterilmektedir.



Bu deneyle ilgili olarak; aşağıda verilen ifadelerden hangisi Milikan'ın elde ettiği gözlem ve sonuçlardan biri değildir?

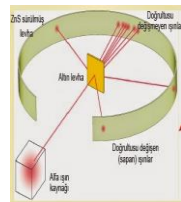
- A. Yağ damlacıklarının eksi yükü yüklenmesi.
B. Koparılan elektronlar yağ damlacıklarına yapışması.
C. Elektronun yük ve kütlesinin ayrı ayrı hesaplanması.
D. Kütleli büyük olan yüklü taneciğin, küçük olan taneciğe göre daha fazla sapması.
E. Elektriksel alanda yüklü taneciklerin sapma açısının taneciğin yükü ile doğru orantılı olması.

14. Aşağıda Thomson atom modeli ile ilgili verilen ifadelerden hangisi günümüzde kabul gören modern atom modeline göre doğru bir ifadedir?

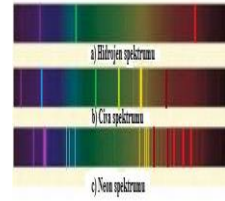
- A. Atomda yüklü tanecikler bulunur.
B. Atom, yarıçapı 10^{-8} cm olan küredir.
C. Thomson atomu üzümlü keke benzetmiştir.
D. Atomun gövdesini pozitif yüklü tanecikler oluşturur.
E. Atomun kütlesi zıt yüklü taneciklerin kütleleri toplamına eşittir.

15. Rutherford' un yaptığı alfa parçacıkları deneyi ile aşağıdaki sorulardan hangisine cevap aramıştır?

- A. Protonun yük/kütle oranı nedir?
B. Atomun nötral yapısı nasıl sağlanır?
C. Pozitif yüklü tanecikler atomun yapısında nasıl ve nerede bulunurlar?
D. Elektronlar çekirdek etrafında nasıl ve nerelerde bulunmaktadır?
E. Atomlar kimyasal tepkimeler sonucunda ne tür değişikliklere uğramaktadırlar?



16. Aşağıdaki görselde farklı atomların spektrumları bulunmaktadır. Bu spektrumlardan yola çıkılarak ulaşılabilecek en önemli sonuç aşağıdakilerden hangisidir?



- A. Sürekli (kesintisiz) spektrumda renkler arasında boşluklar yoktur.
 B. Spektrumlardaki farklılıklar insandaki parmak izleri gibi her madde de kendine özgüdür.
 C. Spektrum farklılıklarından yararlanılarak maddelerin oda koşullarındaki fiziksel hali tespit edilir.
 D. Spektrum farklılıkları, atomların değerlik elektron sayılarının farklı oluşundan kaynaklanır.
 E. Hidrojenin çizgi spektrumu oldukça basittir ancak atomların elektron sayısı arttıkça spektrumlar daha karmaşık hâle gelir.

17. Atom spektrumları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Gökkuşağı çizgi (kesikli) spektrumuna örnek olarak gösterilebilir.
 B. Gaz halindeki bazı maddeler ısıtıldığında çizgi (kesikli) spektrumu oluşturur.
 C. Ateş üzerine atılan tuzun alev rengini değiştirmesi tuz içindeki sodyum elementinden kaynaklanır.
 D. Farklı elementlerin atomları, enerji alıp uyarıldıktan sonra, temel hâle dönerken o elemente özgü renklerde ışınlar yayarlar.
 E. Havai fişeklerde farklı renklerin oluşması farklı çizgi spektrumlarına sahip farklı elementleri içermelerinden kaynaklanır.

18. Atom modelleri ile ilgili olarak aşağıdaki öğrencilerin verdiği bilgilerden hangisi **Bohr** tarafından **ileri sürülmüştür**?

- A. Murat
 B. Hüseyin
 C. Nihal
 D. Erkan
 E. Ediz



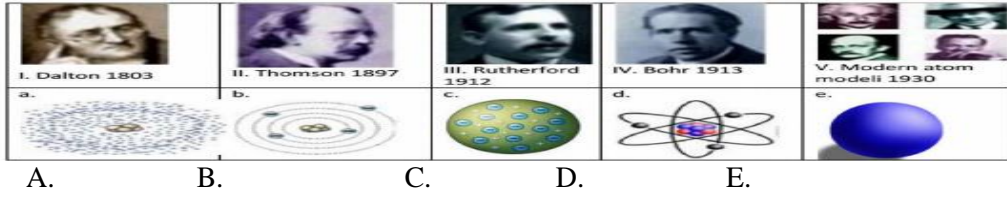
19. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi Bohr atom modelinin **sınırlılıklarından** biri **değildir**?

- A. Çok elektronlu sistemlerin açıklanmasında kullanılamaz.
 B. Elektronların belirli dairesel yörüngelerde döndüğünü belirtmiştir.
 C. Bohr atom modeli tek elektronlu (1H , 2He^+ , 3Li^{2+}) sistemler için geçerlidir.
 D. Elektronun enerjisi hiçbir zaman kabuklar arasındaki bir değerde olamaz.
 E. Elektronların çekirdeğe göre uzaklıkları hakkında yorumlar yapmıştır.

20. Atom modelleri ve bu modellerle ilişkili bilim adamlarına dair aşağıdaki yargılardan hangisi **doğrudur**?

- A. **Dalton**: Kararlı bir atom düşük enerjilidir.
 B. **Thomson**: Bütün maddeler atom adı verilen küçük parçalardan oluşmuştur.
 C. **Modern Atom Teorisi**: Elektronlar çekirdek çevresinde bir elektron bulutu oluşturur.
 D. **Bohr**: Atom pozitif yüklü bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan oluşmuştur.
 E. **Rutherford**: Atom bir küre şeklindedir ve pozitif yük bu kürenin içine düzgün dağılmıştır.

21. Aşağıda yer alan bilim adamları ve önerdikleri atom modelleri ile ilgili olarak aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi **doğrudur**?



I.	a	I.	b	I.	e	I.	e	I.	b
II.	b	II.	d	II.	d	II.	c	II.	d
III.	c	III.	c	III.	a	III.	d	III.	c
IV.	d	IV.	e	IV.	b	IV.	b	IV.	a
V.	e	V.	a	V.	c	V.	a	V.	e

22. Mendeleev'in ortaya attığı ilk periyodik sistem ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi **doğrudur**?

- Fiziksel özellikleri benzer elementleri alt alta yazılmıştır.
- Elementler benzer özelliklerine göre üçerli gruplar oluşturabilir.
- Aynı periyotta bulunan elementlerin kimyasal özellikleri benzerdir.
- O güne kadar bilinen 63 elementi atom numaralarına göre sıralamıştır.
- Bulunamayan elementlerin (Ga, Sc ve Ge) yerlerini boş bırakmış bu elementlerin ileride bulunacağından söz etmiştir.

23. Modern periyodik sistem ve oluşma süreci ile ilgili aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- Elementlerin ilk sistematik gruplandırma girişimi Newlands (oktavlar kuralı) tarafından yapılmıştır.
- Elementlerin modern sisteme en yakın sınıflandırması Dimitri Mendeleev tarafından yapılmıştır.
- Moseley atom numaralarını bulana kadar, elementler periyodik sistemde benzer fiziksel özelliklerine göre sıralanmıştır.
- Johann Döbereiner yaptığı düzenlemeyi, müzikteki sekizli terimden esinlenerek oktavlar (sekizli) kuralı olarak tanımlamıştır.
- John Newlands elementlerin sınıflandırılması ile ilgili benzer özellik gösteren elementleri üçlü gruplar halinde bir araya getirmiştir.

24. Bahaddin'in ifadesine göre, X elementi ile ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi **yanlıştır**?

- Alkali metalidir.
- Isıyı ve elektriği iletir.
4. periyot elementidir.
- Oda koşullarında katı veya sıvı halde bulunabilir.
- +1 yüklü iyonu soy gaz elektron dizilişindedir.



25. ${}_{9}X$ ve ${}_{17}Y$ elementlerinin ortak özellikleri ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi **doğrudur**?

- Atomik yapıya sahiptir.
- Parlak görünümlüdürler.
- Elektronegatiflikleri düşüktür.
- Bir elektron vererek oktete ulaşırlar.
- Hidrojenli bileşikler asidik özellik gösterir.

26. Temel halde bulunan X elementi ile ilgili,

- Elektron dağılımında 3 katmanı vardır.
- Bulunduğu periyot içinde atom numarası en küçük element olduğu bilinmektedir.

Verilen bilgilere göre, X in atom numarası aşağıdakilerden hangisidir?

- 11

- B. 15
C. 17
D. 18
E. 28

27. X, Y ve Z atomlarının katmanlarındaki elektron sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	1. Katman	2. Katman	3. Katman
X:	2	–	–
Y:	2	1	–
Z:	2	8	7

Buna göre aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. X atomu kararlıdır.
B. Y metal, Z ametaldir.
C. Z elektron almaya yatkındır.
D. Periyodik sistemde grup numarası en küçük olan X'tir.
E. Y bileşik haline geçerken bir elektron vererek katman elektron dizilimi X'e benzer.

28.

X: Bileşik oluştururken katyon (+ yüklü) olma eğilimindedir.

Y: Tel ve levha hâline getirilemez.

Z: Kararlı yapıdadır.

X, Y ve Z elementleri ile ilgili yukarıda verilen özelliklere göre aşağıdaki sınıflandırmalardan hangisi **doğru olabilir**?

	X	Y	Z
A.	Lityum	Karbon	Neon
B.	Karbon	Lityum	Helyum
C.	Lityum	Neon	Karbon
D.	Sodyum	Karbon	Lityum
E.	Azot	Karbon	Helyum

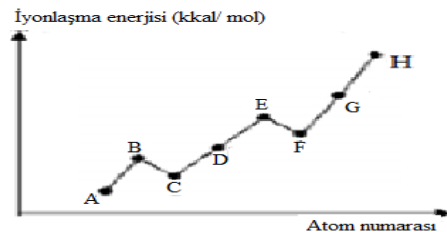
29. Aşağıda sıralanan özelliklerden **kaç tanesi yarı metal özellik gösteren bir elemente aittir**?

- I. Kararlı yapıdadırlar.
II. Bileşik oluşturmazlar.
III. Parlak ya da mat olabilirler.
IV. İşlenip tel ve levha hâline getirilebilirler.
V. Isıyı ve elektriği ametallerden daha iyi, metallere daha az iletirler.

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5

30. İkinci periyot elementleri için verilen iyonlaşma enerjisinin atom numarasına göre değişim grafiği ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. H, soygaz, G, halojendir.
B. A, alkali metaldir.
C. B ve E küresel simetri gösterirler.
D. B, tabiatta bileşikleri halinde bulunur.
E. C ile F, CF_3 iyonik bağ bileşimini oluşturur.



[EK 4.](#) BYT Pilot Uygulama

BİLİMSEL YARATICILIK ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler

Bu test sizin yaratıcılığınızı belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca **çok**, soruyu **çeşitli** yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş **özgün** cevaplar üretmenizdir. Toplam süre 35 dakikadır.

İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Seyide EROĞLU

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Adı Soyadı:

Sınıf : **No:**

Cinsiyet : (K) (E) **Yaş:**

Anne öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master)

Baba öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master)

1. Bir pinpon topunu, kimya dersinde ve laboratuarda ne gibi amaçlarla kullanabileceğini sıralayınız.

Örneğin; atomik yarıçapın modellenmesi.

2. Bir zaman makinesi icat etseydiniz hangi zamana gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak isterdiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu zamana dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazınız.

Örneğin, eski çağlardan insanlar hastalıklarını nasıl tedavi ediyorlardı?

3. ünümüzde kabul görmüş ve kullanılan periyodik tabloyu daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapmak mümkün olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız.

Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için fosforlu yapardım.

4. Eğer pozitif yükler negatif yükleri çekmeseydi sizce dünyada neler olurdu?

Örneğin; bileşikler oluşmazdı.

5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.

6. Size iki metal parçası verilseydi hangisinin daha aktif metal olduğunu nasıl test ederdiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm **yöntemleri**, kullanacağınız **araçları** ve basit bir anlatımla **nasıl bir yol izleyeceğinizi** yazınız.

7. Lütfen atom denilince zihninizde beliren modeli dikkate alarak atomun yapısını en iyi anlatabilecek bir **atom modeli** tasarlayınız. Tasarladığınız modelin resmini **çizerek**, her kısmın **adını** ve **ne tür işlevi** olduğunu belirtiniz.

[EK 5.](#) BYT Son Hal (Düzeltilmiş)

ATOM ve PERİYODİK SİSTEM BİLİMSEL YARATICILIK ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler

Bu test sizin yaratıcılığınızı belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz ve soruyu **çeşitli** yönlerden ele alarak daha önce kimsenin aklına gelmemiş **özgün** cevaplar üretmenizdir. Toplam süre 35 dakikadır.

İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Seyide EROĞLU

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Adı Soyadı:

Sınıf : **No:**

Cinsiyet : (K) (E) **Yaş:**

Anne öğrenim durumu: (ilk) (orta) (lise) (üniversite) (yüksek lisans) (doktora)

Baba öğrenim durumu: (ilk) (orta) (lise) (üniversite) (yüksek lisans) (doktora)

1. Bir pinpon topunu, kimya dersinde ve laboratuarda ne gibi amaçlarla kullanabileceğini sıralayınız.

Örneğin; atomik yarıçapın modellenmesi.

2. Bir zaman makinesi icat etseydiniz hangi zamana gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak isterdiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu zamana dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazınız.

Örnek 1: Eski çağlarda insanlar hastalıklarını nasıl tedavi ediyorlardı?

Örnek 2: Gelecekte insanlar hastalıklarını nasıl tedavi edecekler?

3. Günümüzde kabul görmüş ve kullanılan periyodik tabloyu daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapmak mümkün olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız.

Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için fosforlu yapardım.

4. Eğer pozitif yükler negatif yükleri çekmeseydi sizce dünyada neler olurdu?

Örneğin; bileşikler oluşmazdı.

5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak **dört eşit parçaya** bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz. (Bölme işleminde düz veya eğik çizgiler kullanabilirsiniz).

6. Size iki metal parçası verilseydi hangisinin daha aktif metal olduğunu nasıl test ederdiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm **yöntemleri**, kullanacağınız **araçları** ve basit bir anlatımla **nasıl bir yol izleyeceğinizi** yazınız.

7. Kütlelinin korunduğunu ispatlayacak bir deney düzeneği tasarlayınız. Deneyin her bir aşamasını resimler veya şekillerle açıklayınız. Düzenekte yer alan her bir araç gereç veya maddenin isimlerini yazınız.

EK 6. Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Anketi- Form C (VNOS-C)

I. Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı:

Sınıf :

No:

Cinsiyet : (K) (E)

Yaş:

Anne öğrenim durumu: (ilk) (orta) (lise) (üniversite) (yüksek lisans) (doktora)

Baba öğrenim durumu: (ilk) (orta) (lise) (üniversite) (yüksek lisans) (doktora)

II. Sevgili Katılımcı;

Bu doküman, ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin “bilimin doğası” konusuna yönelik düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla hazırlanmıştır. Sizin görüşleriniz bizler için çok önemlidir.

Lütfen bütün sorulara cevap veriniz. Daha fazla boş yere ihtiyacınız olursa, kâğıdın arkasını da kullanabilirsiniz. Bu ankette doğru cevap yoktur. Bu araştırmada amaç, sizin bilimin doğası konusundaki görüşlerinizi öğrenmektir. Yardımlarınız için teşekkür ederiz.

Seyide EROGLU

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

1- Size göre fen bilimi nedir? Fen bilimini(fizik, biyoloji, kimya, v.b) diğer alanlardan (felsefe, din, v.b.) farklı kılan özellik ya da özellikler nelerdir?

2- Sizce deney nedir?

3- Bilimsel bilginin gelişimi deneyler yapmayı gerektirir mi? Evet () Hayır ()

a. Eğer cevabınız evet ise nedenini açıklayınız ve görüşünüzü savunmak için bir örnek veriniz.

b. Eğer cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız ve görüşünüzü savunmak için bir örnek veriniz.

4- Bilim adamları bir teoriyi (atomik teori, kinetik moleküler teori, evrim teorisi gibi) geliştirdikten sonra, bu teori zamanla hiç değişir mi? Evet () Hayır ()

• Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız, cevabınızın nedenini açıklayınız ve örnekler vererek cevabınızı savununuz.

• Eğer bilimsel teorilerin değişeceğine inanıyorsanız:

a) Cevabınızın nedenini açıklayınız ve örnekler vererek cevabınızı savununuz.

b) Bilimsel teorileri öğrenmek için neden bu kadar zaman harcadığımızı açıklayınız ve cevabınızı örnekler vererek savununuz.

5- Bir bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında bir fark var mıdır? Düşüncenizi bir örnek vererek açıklayınız.

6- Fen ders kitapları çoğunlukla atomu, merkezinde artı yüklü protonlar ve yüksüz nötronlardan oluşan bir çekirdek ve bu çekirdek etrafında dönen eksi yüklü elektronlardan oluşan bir yapı olarak gösterirler.

a. Bilim adamları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emindirler?

b. Atomun nasıl bir yapıda olduğunu belirlemek için bilim adamlarının nasıl kanıtlar kullandıklarını düşünüyorsunuz?

7- 65 milyon yıl önce dinazorların yok olduğuna inanılır. Bu durumu açıklamak için bilim adamları tarafından kullanılan hipotezlerden iki tanesi büyük destek bulmuştur. Bir grup bilim adamı tarafından formüle edilen birinci hipotez, 65 milyon yıl önce dünyaya büyük bir göktaşının çarptığını ve bir dizi olaylara yol açarak yok olmalara neden olduğunu savunur. Başka bir grup bilim adamı tarafından formüle edilen ikinci hipotez, çok büyük çapta ve şiddetli volkanik püskürmelerin bu yok olmaya yol açtığını savunur. Eğer her iki gruptaki bilim adamları da sonuçlarını ortaya çıkarmak için aynı verileri kullanıyorlarsa, bu farklı sonuçlar nasıl mümkün olmaktadır?

8- Bilim adamları öne sürdükleri sorulara cevap bulmaya çalıştıkları zaman deneyler/araştırmalar yaparlar. Bilim adamları yaratıcılıklarını veya hayal güçlerini araştırmaları esnasında kullanırlar mı? Evet () Hayır ()

a. Eğer cevabınız evet ise, bilim adamları araştırmalarında aşağıdaki aşamaların hangisinde veya hangilerinde yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar?

- Araştırmayı planlama ve tasarlama
- Verileri toplama
- Verileri toplama aşamasından sonra

Bilim adamlarının bu aşamalarda yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini neden kullandıklarını açıklayınız. Eğer mümkünse örnekler veriniz.

b. Eğer bilim adamlarının araştırmaları esnasında yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmadıklarını düşünüyorsanız, bunun nedenini açıklayınız. Eğer mümkünse örnekler veriniz.

9- Bazı iddialara göre bilim toplumsal ve kültürel değerlerden etkilenir. Yani bilim, uygulandığı kültürün; toplumsal ve politik değerlerini, filozofik varsayımları ve entelektüel normlarını yansıtır. Diğer iddialara göre ise bilim evrenseldir. Yani, bilim ulusal ve kültürel sınırları aşar, uygulandığı yerdeki toplumsal ve politik değerler, filozofik varsayımlar ve entelektüel normlardan etkilenmez.

Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünüyorsanız, örnek vererek açıklayınız.

Eğer bilimin evrensel olduğunu düşünüyorsanız örnek vererek açıklayınız.

EK 7. STEM Temelli Ders Etkinlikleri ve Ders Uygulamaları ile İlgili Öğrenci Görüşme Formu

Atom ve periyodik sistem ünitesi sizlerin bilimin doğası hakkında doğru kavramalar edinmenizi, bilimsel yaratıcılığınızı geliştirerek sorular, sorulara çözümler üretmenizi ve yeni tasarılar ortaya koymanıza olanak sağlayacak ders materyalleri ve etkinlikleri ile işlenmiştir. Tüm bu etkinlikler ve deneyimlerinizi dikkate alarak sorularına cevap verebilirseniz sevinirim. İzin verirseniz görüşmeyi kaydetmek istiyorum. Bu şekilde hem zamanı daha iyi kullanabilirim hem de kayıtları daha ayrıntılı tutma fırsatı elde etmiş olurum. Bu araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz için şimdiden teşekkür ederim. Eğer sizin görüşmeye başlamadan önce sormak istediğiniz bir soru varsa öncelikle bunu yanıtlamak istiyorum. İzin verirseniz sorulara başlamak istiyorum.

1. Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?
2. Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?
3. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.
4. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?
 - a. Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.
5. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz?
 - a. Evet ise bu olumsuzluklara örnekler veriniz.
6. Uygulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı?
 - a. Evet ise bu güçlüklerle örnekler veriniz.
7. Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.
8. Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?
9. Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

EK 8. STEM Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşme Formu

Merhaba ben Seyide EROĞLU

Kocasinan 75. Yıl A.L. de kimya öğretmeni olarak görev yapmaktayım. Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Tez Programı kapsamında yapılmaktadır. Yaptığım tüm görüşmelerde verilen bilgiler sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgiler araştırma etiğine uygun olarak gizli tutulacaktır. Sorunlarla ilgili önerilerinizi sorulardan sonra vurgularsanız sevinirim. İzin verirseniz görüşmeyi kaydetmek istiyorum. Bu şekilde hem zamanı daha iyi kullanabilirim hem de kayıtları daha ayrıntılı tutma fırsatı elde etmiş olurum. Bu araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz için şimdiden teşekkür ederim. Eğer sizin görüşmeye başlamadan önce sormak istediğiniz bir soru varsa öncelikle bunu yanıtlamak istiyorum. Sizi doğru anlayıp anlamadığımı belirlemek için her soru sonunda toparlama yapacağım ayrıca geçmek istediğiniz soru olursa geçip geri dönebiliriz. İzin verirseniz sorulara başlamak istiyorum.

SORULAR

1. Lisede kimya derslerinin güçlendirilmesi için STEM temelli fen eğitiminin kullanılabilceğini düşünüyor musunuz? Neden?
2. Kimya derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın avantajları olduğunu düşünüyor musunuz?
 - a. Öğretmen açısından
 - b. Öğrenci açısından
3. Kimya derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanmanın dezavantajları olduğunu düşünüyor musunuz?
 - a. Öğretmen açısından
 - b. Öğrenci açısından
4. STEM temelli etkinliklerinin hangi Kimya konularına daha uygun olduğunu düşünüyorsunuz?
5. Uygulamalar esnasında yaşamış olduğunuz zorluklar var mıdır? Örneklerle açıklayabilir misiniz?
6. Kimya derslerinde STEM temelli etkinlikleri kullanacak öğretmenlere önerilerinin neler olurdu?
7. STEM temelli etkinlikleri kullanacak Kimya öğretmenlerinin herhangi bir yeterliliğe sahip olması gerekliliğini düşünüyor musunuz? Neden?
8. Derslerinizde bundan sonra STEM temelli etkinliklere yer vermeyi düşünüyor musunuz?

EK 9. Sınıf Gözlem Formu

No	Sınıf Gözlem Formu Maddeleri	Daima	Bazen	Hiçbir zaman
1	Öğrencilerin ilgisi derse çekilebiliyor mu?			
2	Öğretmen etkinlik sürecinde öğrencileri açık uçlu sorularla destekliyor mu?			
3	Öğrenciler derse çok fazla katılabiliyorlar mı?			
4	Öğretimi kolaylaştırmak için STEM materyalleri kullanılıyor mu? (video, tasarım etkinlikleri ile ilgili materyaller, proje etkinliklerine dair materyaller, matematiksel işlem içeren materyaller v.b.)			
5	Öğrenciler birbirleriyle ve öğretmenle etkili iletişim kurabiliyorlar mı?			
6	Öğrenciler gruplara ayrılarak etkili çalışabiliyorlar mı?			
7	Öğrenciler ders esnasında sorular sorabiliyor mu?			
8	Öğrencilerden proje veya ödev olarak verilen çalışmalarını sınıfta etkili şekilde sunabiliyorlar mı?			
9	Konunun öğretimi esnasında öğrencilerin önceki bilgileri dikkate alınarak ders işlenebiliyor mu?			
10	Ders içerikleri ve hazırlanan materyaller dikkate alındığında STEM yaklaşımını oluşturan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutlarından en az birini içeriyor mu?			
11	Öğretmen öğretimi kolaylaştırmak için değişik materyaller kullanıyor mu? (Bilgisayar, çalışma kağıdı v.b.)			
12	Öğretim esnasında günlük yaşamdan örnekler veriliyor mu?			
13	Öğrencilerin anlayıp anlamadığını kontrol etmek için sorular soruluyor mu?			
14	Öğretim esnasında öğrencilere not tutturuluyor mu?			
15	Hazırlanan STEM materyalleri bilimin tarihsel gelişimine ve doğasına dayandırılarak sunuluyor mu?			
16	Öğrencilerin fikirlerini rahatça söyleyebileceği bir ortam oluşturuldu mu?			
17	Öğrenmenin gerçekleştiği sınıf ortamı öğretim için uygun mu? (teknolojik alt yapı, fiziki ortam, gerekli materyallerin temini vb.)			
18	Öğrencilere ders kitabından veya başka kaynaklardan okuma ödevi veriliyor mu?			
19	Hazırlanan STEM materyalleri öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttıracak şekilde sunuluyor mu? (öğrencilerin farklı fikirlerinin dikkate alınması, çok sayıda fikrin oluşmasının sağlanması, tasarımların oluşmasına imkan sağlanması vb.)			
20	Öğrencilere konunun daha iyi anlaşılması için STEM'in doğasına uygun ödevler veriliyor mu? (model, maket, tasarım, hesaplama çalışmaları gibi)			
21	Ders süresinin büyük bir çoğunluğunu öğretmen mi kullanıyor?			

EK-10. Deney Grubu Ders Planı

1. HAFTA

Atom Kavramının Gelişimi

Kazanımlar:

- Bilimsel bilgi birikimine paralel olarak atomla ilgili kavram, model ve teorilerin değişimini/gelişimini irdeler.
- Atom modellerinin gelişimi bilimsel bilgi akış seyriyle ilişkilendirilir; teori ile model arasında ayırım yapılır.

Ders için Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin 5 veya 6 kişiden oluşan altı gruba ayrılmaları istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 6., 7. ve 8. sınıf fen bilimleri dersinde farklı ünitelerde fenin; farklı kültürlerden birçok kadın ve erkeğin katkıda bulunduğu, uzun bir tarihi ve kendine özgü özellikleri olan bireysel ve sosyal bir faaliyet; aynı zamanda merak, yaratıcılık, hayal gücü, sezgi, inceleme, gözlem yapma, deney yapma, delilleri yorumlama ve deliller ile yorumlar üzerinde tartışmaya dayanan bir öğrenme yolu olduğu açıklanmıştır. Fenin; fiziksel, biyolojik ve teknolojik dünyayı yorumlamak, açıklamak ve tahmin etmek için kavramsal ve teorik bir temel sağladığı; fen teorilerinin sürekli olarak gözden geçirildiği ve aynı konuda farklı deliller elde edildikçe eski ve yeni bilgilerin tümünü açıklayacak şekilde düzeltilip geliştirildiği öğrenciler tarafından bilinmektedir. Ayrıca öğrencilerin yine fen derslerinde önceden kabul edilen bilgilerle çelişen yeni gözlemler ve hipotezlerin kabul edilir hâle gelmesi, bilim topluluğunun en azından önemli bir kısmının onayını gerektirir, akademik tartışmalarda teori önerilir; deneyler yapılır ve akademik tartışma sosyal, kültürel, ekonomik ve dinsel etmenlerden ve kişisel ve/veya toplumsal ön yargılardan etkilenir şeklinde bilgilere de sahip olduğu öngörülmektedir.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Öğrencilerde bilimin doğasını oluşturan temel ilkelerle ilgili farkındalık yaratmak.

Değişkenlerle ilişkisi: Birinci hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde birinci hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:

"Atomla ilgili orta okuldaki fen bilimleri derslerinden hatırladıklarınız nelerdir?", "Atom kesinlikle var mıdır?", "Atomun varlığını nerden biliyoruz?", "Atomun varlığına dair delillerimiz neler olabilir?", "Atom teorileri gibi bilimsel bilgilerin oluşturulmasında ve sunumunda neden modellerden yararlanılır?", "Atom teorisi ile atom modelleri aynı anlama mı gelmektedir?" soruları sorularak gözümüzle göremediğimiz atom hakkında öğrencilerin fikirleri alınır, onların derse bağlanmaları ve keşfetme basamağındaki yapacakları deneye hazırlanmaları sağlanır.

2. Keşfetme:

Öğrencilerin Etkinlik 1' de yer alan işlem basamaklarına dikkat ederek deneyi yapmalarını sağlanır. Öğrenciler 5 veya 6' şar kişilik gruplara ayrılır. Her bir gruba iki adet içi gözükmeyen kutu verilir. Her bir masaya içinde bilve, nohut, mercimek, somun, şeker vb. nesnelerin bulunduğu bir nesne kutusu verilir. Öğrencilerden bu ellerinde bulunan içi gözükmeyen kutulardan birine nesnelere aynı iki tane olmamak koşuluyla 1, 2 veya 3 tane nesne koymaları istenir.

Daha sonra dolu kutular diğer gruplara verilerek kutunun içinde hangi nesnelerin olduğunu tahmin etmeleri istenir. Öğrenciler tahminlerde bulunurken ellerinde bulunan ilgili çalışma kağıtlarına da topladıkları verileri ve edindikleri gözlemleri yazmaları istenir. Öğrencilerin topladıkları veri ve gözlemlerine dayanarak mantıksal çıkarım yapmaları istenir. Bu sırada öğrencilerin çıkarım (gözlem ve elde edilen verilerden yola çıkılarak yapılan yorum) ile

gözlem (beş duyu organları aracılığı ile veya bir alet yardımıyla yapılan incelemeler) arasındaki farkı hissetmeleri sağlanır.

Öğrencilerden daha sonra denemeler yoluyla elde ettikleri gözlem ve çıkarımlarla ilgili aldıkları notları okumaları ve grup içinde tartışarak hipotezler kurmaları istenir. Oluşturulan hipotezleri elde ettikleri verilerle karşılaşmaları ve uyumlu olup olmadığına bakmaları sağlanır. Grup içinde yeni bir tartışma oluşturularak eldeki verilerin kurdukları hipotezi destekleyip desteklemediğini tartışmaları sağlanır. Verilerin hipotezi desteklemesi gerektiği aksi halde veriler ile uyumlu yeni hipotez kurulması gerektiği vurgulanır. Bu işlem sonunda grupların değiştirme, düzenleme veya aynen kabul şeklinde hipoteze son halini vermeleri istenir.

Öğrencilere hipotezlerin tam olarak gerçeği ortaya çıkaramadığı fakat eldeki verilerle uyumlu olması halinde hipotezin kabul edileceği bilgisi verilir. Bundan sonraki aşamada öğrencilerden hipotezlerini destekleyecek yeni veriler elde etmek için çeşitli test yöntemleri geliştirmeleri istenir.

Bu aşamada öğrencilere hipotezlerin asla tam olarak ispatlanamayacağı sadece sağlam kanıtlarla desteklenerek daha fazla kabul görebileceği vurgulanır. Yeterli oranda destekleyici kanıt toplanması durumunda hipotezler üzerinden olası bir açıklama yani bir teori ortaya konacağına altı çizilir. Geliştirdikleri bu teoriye dayanarak da kutunun içinde ne olduğu ile ilgili bir model ortaya konur. Öğrencilere tasarladıkları modeli test etmek için boş olan kutu ve ellerindeki nesnelere de kullanabilecekleri söylenir.

Her grubun bir model tasarlaması sağlanır ve etkinlik bitirilir. Etkinlik sonunda öğrencilerin çalışma kağıdındaki soruları cevaplaması istenir ve cevaplar sınıf içinde gruplar tarafından okunarak sınıf içi tartışma ortamı oluşturulur.

Öğrencileri keşfetmeye sevk eden etkinlik çalışma kağıdındaki sorular aşağıda yer almaktadır. Öğrenciler bu sorulara verdikleri cevapları sınıf ortamında okuyup, grup tartışması yaparak giriş kısmında yer alan sorulara kendilerinin cevap bulması sağlanır.

Etkinlik gerçekleştirme süreci:

1.1. Etkinlik: "Pandora'nın Kutusu" (Ayas & Sözbilir, 2017, s.571)

Amaç: Kapalı bir kutu içinde bulunan nesnelere ne olduğunu gözlem ve denemeler yoluyla tahmin edebilmek.

Araç ve Gereçler:

- İçi gözükmeyen kutu (2 adet)
- Kutunun içine sığabilecek küçük nesnelere (madeni para, bilye, somun, nohut, küp şeker, çivi vb.)
- Yapıştırıcı ve koli bandı.

Etkinliğin yapılışı: Her bir gruba iki adet içi gözükmeyen kutu ve içinde bilye, nohut, mercimek, somun, şeker vb. nesnelere bulunduğu bir nesne kutusu verilmiştir. Ellerinizde bulunan bu içi gözükmeyen kutulardan birine nesnelere aynı iki tane olmamak koşuluyla 3 tane nesne koyunuz ve kutunun ağzını sıkı bir şekilde kapatınız. Daha sonra dolu kutuyu diğer gruplara verilerek kutunun içinde hangi nesnelere olduğunu tahmin etmeleri isteyiniz.

Tahmin Süreci:

Toplanan veri ve edinilen gözlemler:

Oluşturulan hipotezler:

Hipotezi destekleyecek kanıtlar:

Tahminler:

"Pandora'nın Kutusu" etkinliği ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Çıkarım (gözlem ve elde edilen verilerden yola çıkılarak yapılan yorum) ile gözlem (beş duyu organları aracılığı ile veya bir alet yardımıyla yapılan incelemeler) arasındaki farkı var mıdır? Fark olduğunu düşünüyorsanız bu farkı kısaca açıklayınız.
2. Sizce "hipotezler tam olarak gerçeği ortaya çıkarmaktadır" ifadesi doğru olarak kabul edilebilir mi? Cevabınızı açıklayınız.
3. Sizce atom modellerinin ortaya çıkışında da bilim adamlarının benzer basamaklar takip etmiş olabilirler mi? Açıklayınız.

3. Açıklama:

Etkinlik yoluyla öğrencilerin bir model geliştirmesi sağlanmıştır. Öğrencilerden model oluşturma basamaklarını kısaca sıralamaları istenir. Gelen cevaplar öğretmen tarafından desteklenip gerekli düzeltmeler yapılarak, model kavramının tanımı öğrencilere yaptırılır. "Atom modellerinin ortaya çıkışında da bilim adamlarının benzer basamaklar takip etmiş olabilirler mi?" sorusu öğrencilere sorularak cevaplar dikkatle dinlenir. Öğrencilerin evet cevabı vermesi beklenir. Hayır cevabı veren öğrencilerin neden böyle düşündükleri sorularak yanlış kavramalar düzeltilir.

Daha sonra öğrencilere bilimsel bilgilerin oluşturulmasında modellerin neden önemli bir yere sahip olduğu ile ilgili düşünceleri sorulur. Öğrencilerden alınan cevaplar tek tek tahtaya yazılır. Soruyu cevaplarken keşfetme basamağındaki etkinlikle bağlantı kurulur. Öğrencilerden "Etkinlikte oluşturdukları model, kutu içindekini tahmin etmeyi sağlar" fikrini ortaya atmaları beklenir. Bu yolla tekrar "Atom teorileri gibi bilimsel bilgilerin oluşturulmasında ve sunumunda neden modellerden yararlanırsınız?" sorusuna dönülerek öğrencilere bilimsel açıklamalarda da modellerin aynı şekilde bilgiyi anlama ve başka tahminlerde bulunmayı sağladığı vurgulanır.

Öğrencilere atomun tarihsel gelişim sürecinde ortaya çıkan atom modelleri ile atom teorisinin arasında fark olup olmadığı sorulur. Burada öğrencilere yine etkinlik üzerinden örnekler verilerek atom teorisinin bilimsel bir açıklama olduğu, atom modellerinin ise atom teorisini daha iyi anlamamızı sağlayan farklı açıklamalar olduğu söylenerek teori ile modelin ayrımını kendilerinin yapması sağlanır.

Öğrencilere atom teorilerinin ve modellerinin ortaya çıkışında gözlem dışında başka nelerin kullanılmış olabileceği sorulur. Öğrencilerin yaptıkları etkinliği de dikkate alarak etkinlikte gözlem dışında hayal gücü ve yaratıcılıktan yararlanmış olup olmadıkları konusunda düşünceleri sağlanır. Öğrencilerin hep birlikte bilimsel bilginin ortaya çıkışında hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğu sonucuna varmaları sağlanır.

Diğer taraftan bilimsel teori ve modellerin ispatlanamayacağı, aksi belirtilmedikçe en geçerli bilgi oldukları yine örnek etkinlik üzerinden fark ettirilir. Öğrencilere kutunun kapağını açmadan içindekileri kesin olarak bilip bilemeyecekleri sorulur. Ayrıca geliştirdikleri modelin daha bilimselliğe yakın başka bir model oluşturulana kadar en geçerli bilgiyi sağladığı ifade edilir.

"Peki bilim adamları atom modellerini atomu göremedikleri halde nasıl ortaya koymuş olabilirler?", "İlerleyen konularda karşınıza çıkacak olan atom ile ilgili çizimler gerçeği yansıtmakta mıdır?", "Bu resimler neye dayanarak oluşturulmuştur?" soruları öğrencilere yöneltilir. Öğrencilerden cevap olarak bilim adamlarının atomu görmedikleri, fakat atomla ilgili deney ve gözlemler sayesinde dolaylı kanıtlar toplayarak, işin içine hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını da katarak modelleri oluşturdukları sonucuna varmaları beklenir.

4. Genişletme:

Öğrencilerin bilimsel bilginin oluşma sürecini daha derinlemesine kavramalarını sağlamak amacıyla Etkinlik 2 gerçekleştirilir. "Einstein'in Büyük Fikri" isimli belgesel film içinde yer alan bilim adamları ve çalışmaları özellikle vurgulanmak istenilen kısımlar kesilip birleştirilerek düzenleme yapılarak mevcut video kısaltılır. Bilim adamları ve çalışmaları ile ilgili kısımları içeren yaklaşık 23 dakikalık belgesel film öğrencilere izlettirilir. Daha sonra içerikte yer alan olayların ilişkili olduğu bilimin doğası ve ilkelerinin dolaylı olarak vurgulandığı çalışma kağıdı öğrencilere verilir.

1.2. Etkinlik: "Einstein'in Büyük Fikri" (Ayas & Sözbilir, 2017, s. 118; URL-6)

"Einstein'in Büyük Fikri" isimli belgesel filmde sırasıyla Emilie du Chatelet (Emili dö şatle) (Newton'a göre; hareket eden cismin enerjisinin kütlesi ile doğrudan orantılı olmadığı düşüncesinin tersini savunan Emilie du Chatelet, kütle ve hızının karesi ile orantılı olduğunu kanıtladı.), Einstein (modern fiziğin kurucusu), Lise Meitner (Avusturyalı fizikçi. Nükleer fizik ve radyoaktivite üzerine çalıştı. Fizyon'un teorik yorumunu yaptı.) isimli bilim insanları ve onların çalışmalarından kesitler bulunmaktadır.

Bu bilim adamları ve çalışmaları ile ilgili olarak izlediğiniz belgesel filmi dikkate alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Emilie du Chatelet' in çalışmalarına kaynaklık eden olaylar incelendiğinde, bir bilimsel konu ile ilgili olarak birden fazla görüş yada farklı yorumlar yapılması mümkün müdür?
2. Emilie du Chatelet' in çalışma sürecine bakıldığında bilimsel çalışmalar yapılırken başka çalışmalardan yararlanılıp yararlanılamayacağını belirtiniz?
3. Emilie du Chatelet' in çalışmalarına göre bilimsel bilgi mutlak mıdır? Aksi ispat edildiği takdirde yanlışlanabilir mi?
4. Bilimsel çalışmaların ortaya çıkışında deneylerin yeri ve önemi nedir?
5. Einstein' ın çalışmaları dikkate alındığında bilimsel çalışmaların ortaya çıkışında gözlem ve çıkarımların yeri ve önemi nedir?
6. Einstein' ın bilimsel çalışmalarında hangi kişisel özellikleri etkili olmuştur?
7. Einstein çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir mi? Cevabınız evet ise hangi kısımlarda yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabileceğini kısaca belirtiniz.
8. Lise Meitner' ın hayatı dikkate alındığında bilimsel bilgilerin ortaya çıkışında içinde bulunulan toplumun etkili olabileceği söylenilebilir mi?

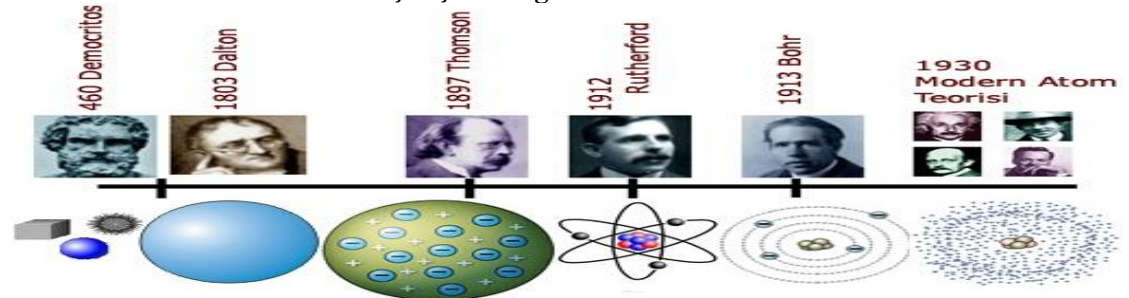
Video öncesinde öğrencilere verilen çalışma kağıdındaki soruları dikkate alarak videoyu izleyen öğrenciler video sonrası soruları cevaplarlar. Sınıf içinde bir tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin aşağıdaki sonuçlara kendilerinin ulaşması sağlanır. Öğrencilerin ulaşması öngörülen sonuçlar:

1. Bilimsel bilgi zaman içinde değişebilir.
2. Bilimsel bilgi deney ve gözlemlerden oluşur.
3. Bilimsel bilgi gözlem ve çıkarımlara dayanır.
4. Bilimsel bilginin oluşmasında bilim insanının birtakım özellikleri, ön bilgileri, inanışları vb. etkilidir.
5. Bilimsel bilgi ortaya çıktığı toplumun değerlerinden ve yapısından etkilenir.
6. Bilimsel bilginin ortaya çıkmasında bilim adamlarının hayal gücü ve yaratıcılıkları etkili olmuştur.
7. Kanun ve teori birbirinden farklı kavramlardır.

5. Değerlendirme:

"Aynı sonuçları atom modelleri ve bu modellerin tarih içindeki gelişimi içinde düşündüğümüzde benzer sonuçlara ulaşabilir miyiz?" sorusu sorularak bir tartışma ortamı yaratılır ve öğrencilerin görüşleri alınır. Hazırlanan çalışma kağıdı öğrencilere verilerek ilgili soruları cevaplamaları istenir.

1.3. Etkinlik: Atom Modelleri Çalışma Kağıdı



1. Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler zaman içinde değişebilir mi?
2. Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler deney ve gözlemlerden sonucu ortaya çıkmış olabilir mi?
3. " Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler gözlem ve çıkarımlara dayanır." ifadesinin doğruluğu hakkında ne söylenilebilir?
4. Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilginin oluşmasında bilim insanının birtakım özellikleri, ön bilgileri, inanışları vb. etkili midir?

5. Atom yapısı (atom modelleri) ile ilgili bilimsel bilgiler ortaya çıktığı toplumun değerlerinden ve yapısından etkilenmiş olabilir mi?
 6. Atom yapısı ve atom modelleri ile ilgili bilimsel bilgilerin ortaya çıkmasında bilim adamlarının hayal gücü ve yaratıcılıkları etkili olmuş mudur?
 7. Atom teorisi ve atom modelleri birbirinden farklı kavramlar mıdır?
- Öğrencilerden haftaya derse gelirken Lavoisier ve Proust' hayatını araştırarak gelmeleri istenir. Bu konuda öğrencilere açık uçlu soruların bulunduğu bir çalışma kağıdı verilerek araştırmalarına bu sorulara cevap bulacak doğrultuda şekil vermeleri söylenir (Etkinlik 4 ve 5).

1.4. Etkinlik: Lavoisier' in hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili yaptığınız araştırmalardan yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Lavoisier' in hayatı ve bilimsel çalışmalarına göre bilimsel bilginin mutlak ve değişmez olduğu söylenebilir mi?
2. Lavoisier' in hangi kişisel özellikleri bilimsel çalışmalarını etkilemiş olabilir? Örneklerle açıklayınız.
3. Lavoisier' in yaşadığı toplumun bilimsel çalışmaları üzerine etkisi olmuş olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.
4. Lavoisier bilimsel çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
5. Lavoisier bilimsel çalışmalarında deney ve gözlemden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
6. Lavoisier bilimsel çalışmalarında gözlem ve çıkarımların yeri nedir? Örneklerle açıklayınız.
7. Lavoisier' in çalışmalarının, atomun yapısının aydınlatılmasına katkısı nedir? Kısaca açıklayınız.
8. Lavoisier' in ortaya attığı sabit oranlar kanunu dikkate alarak kanun ile teori arasındaki farkı açıklayınız.

1.5. Etkinlik: Proust' un hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili yaptığınız araştırmalardan yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Proust' un hayatı ve bilimsel çalışmalarına göre bilimsel bilginin mutlak ve değişmez olduğu söylenebilir mi?
2. Proust' un hangi kişisel özellikleri bilimsel çalışmalarını etkilemiş olabilir? Örneklerle açıklayınız.
3. Proust' un yaşadığı toplumun bilimsel çalışmaları üzerine etkisi olmuş olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.
4. Proust bilimsel çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
5. Proust bilimsel çalışmalarında deney ve gözlemden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
6. Proust bilimsel çalışmalarında gözlem ve çıkarımların yeri nedir? Örneklerle açıklayınız.
7. Proust' un çalışmalarının, atomun yapısının aydınlatılmasına katkısı nedir? Kısaca açıklayınız.
8. Proust' un ortaya attığı sabit oranlar kanunu dikkate alarak kanun ile teori arasındaki farkı açıklayınız.

Dalton'un hayatı ve çalışmaları ile ilgili bir okuma metni öğrencilere verilir. Bu metni derse gelmeden önce okuyarak ilgili soruları cevaplamaları istenir.

1.6. Etkinlik: J. Dalton: Çalışmaya Adanmış Bir Ömür (URL-7)



John Dalton, 1766 yılında Manchester'de doğdu. Babası Quaker mezhebine (17.yüzyılın ortalarında İngiltere ve Amerikan kolonilerinde ortaya çıkan bir Hıristiyan tarikatı) mensup bir dokumacıydı. Alışılmadık derecede parlak bir öğrenciydi. Daha çocuk sayılacak yaşta olmasına rağmen Newton'un Principia'sını ve pek çok bilimsel kitabı okumuştur. Kendal'daki bir okulda 12 yıl öğretmenlik yaptı. Daha sonra Manchester'e taşındı ve ömrünün geride kalan 50 yılını burada geçirdi.

1799'da Manchester Edebiyat ve Felsefe Derneği'nin yöneticiliğine getirildi. Fizik ve kimya dallarındaki ilk gözlemlerini meteoroloji dalında yaptı. Atmosferi oluşturan gazların, yoğunluklarının ayrı olmasına karşın neden ayrılmış olarak değil de homojen bir karışım durumunda bulduklarını araştırmaya yöneldi.

Hem kendisinde hem de kardeşinde bulunan renk körlüğü (özellikle kırmızı ve yeşil renkleri ayırt edememe) üzerine diğer bilim adamları ile birlikte incelemeler yaptı. Bu kusur ilk kez Dalton'un gözünde saptanarak kendisinin de katıldığı çalışmalarla tanımlandığı için bugün 'Daltonizm' olarak adlandırılır. Henüz çözüme ulaşmamış olan bilimsel konuları kolayca belirleme becerisine sahip bir kişi olduğu gibi çeşitli konular üzerinde araştırmalar örgütleme yeteneğine de sahipti. Bir takım verilerden kolayca kuram çıkarabiliyordu.

Bilim dünyasını etkileyen ürünlerini kimya çalışmalarında gösterdi. Aslında kimya araştırmaları alanında bir deneyimi yoktu. Buna rağmen çalışmalarında sezgi gücünü ve bağımsız düşünme yeteneğini kullandı. Mevcut olgulardan hareket ederek bir kurama ulaşma becerisini kimya için de kullandı.

Renk körlüğü çalışmasından sonra Dalton'un tüm dünyada tanınmasını sağlayan en büyük çalışması atom modeli kuramıdır. Eski Yunanlılar'ın atom konusundaki düşüncelerine kendi görüşlerini de eklemiş ve oluşturduğu kendi atom kuramıyla, modern atom teorisinin temellerinin atılmasını sağlamıştır. Dalton'un atom kuramı 3 temel ilkeye dayanmaktaydı;

Varsayım 1. "Her şey çok küçük bileşen olan atomlardan oluşmaktadır ve bu atomlar yok edilemez, var edilemez, bölünemezdir. Kimyasal tepkimeler atomların oluşmasına veya yok olmasına yol açmaz"

Varsayım 2. " Aynı element atomları belirli oranlarda birleşerek bileşikler oluşturur. (2 Hidrojen atomu ile 1 Hidrojen atomunun birleşerek suyun atom grubunu oluşturması gibi)"

Varsayım 3. "Bileşikler birden çok elementin atomlarından oluşmuştur. Herhangi bir bileşikteki iki elementin atom sayılarının oranı bir tam sayı yada basit tam sayılı bir kesirdir."

En önemli çalışması atom konusunda olmuştur. Ona göre tüm elementler, atom denilen aynı ağırlığa ve aynı yapıya sahip olan çok küçük ve bölünmez parçacıklardan oluşur. Ama bilim dünyası modern atom anlayışına yakın bir düşünüş tarzıyla ilk kez karşı karşıya kalıyordu. Aslında atom fikri eski Yunanlılardan beri bilinen bir olguydu. Dalton'un katkısı, bu atomların görelî olan büyüklükleri, karakterleri ve bir araya geliş süreçleri üzerinde düşünmekti. Örneğin hidrojenin en hafif element olduğunu biliyordu. Bu nedenle ona bir değerinde atom ağırlığı vermişti. Suyun 7 parça oksijenden ve 1 parça hidrojenenden oluştuğuna inanmıştı. Bu yüzden oksijene 7 değerinde bir atom ağırlığı öngördü. Elbette bu tahminleri oksijende olduğu gibi doğru değildi. Ama prensibi doğrudur.

1817 yılında Felsefe Derneği'nin başkanlığına getirildi. Bu ünvanını ölünceye kadar koruyacaktır. Kendi bilim adamlığını sık sık sorgulamış ve pek çok yanılığını belirtmiştir. Çok az dostu vardı. Hiç evlenmedi. 1822 yılında Royal Society'nin üyeliğine seçildi. 1826 yılında bu derneğin Altın Madalyası'nı kazandı. İngiliz Bilim Geliştirme Derneği'nin kurucuları arasında yer aldı.

Dalton özel yaşamında da Quaker'ların mütevazî davranış kurallarını uyguluyordu. 1826 yılında bir Fransız kimyacı onunla tanışmak için Manchester'e geldi. Ünü bu kadar yaygın olan Dalton'u büyük bir enstitü binasında bulacağını sanmıştı. Sora sora şehrin arka sokaklarından birinde bulunduğunu öğrendi. Oraya varınca küçük çocuklara temel aritmetik dersleri verdiğini gördü. Oldukça şaşırıp Bay Dalton'la mı karşı karşıya olduğunu sordu. Zira aritmetiğin ilk 4 kuralını küçük bir çocuğa öğreten bu kişinin Avrupa'da nam salan kimyacı

olduğuna inanamıyordu.Ama Dalton,aradığı kişinin kendisi olduğunu söyledi. Küçük çocuğun aritmetiğini dzeltinceye kadar biraz oturmasını rica etti.1844 yılında öldü.Tabutunu 40.000 kişi seyretti.Cenaze alayının uzunluğu üç kilometreyi geçmişti.

Dalton' un hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili yukarıdaki metinden yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Dalton' un hayatı ve bilimsel çalışmalarına göre bilimsel bilginin mutlak ve değişmez olduğu söylenebilir mi?
2. Dalton' un hangi kişisel özellikleri bilimsel çalışmalarını etkilemiş olabilir? Örneklerle açıklayınız.
3. Dalton' un yaşadığı toplumun bilimsel çalışmaları üzerine etkisi olmuş olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.
4. Dalton bilimsel çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
5. Dalton bilimsel çalışmalarında deney ve gözlemden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
6. Dalton bilimsel çalışmalarında gözlem ve çıkarımların yeri nedir? Örneklerle açıklayınız.
7. Dalton' un 1. varsayımının altında yatan temel kanun ne olabilir? Kısaca açıklayınız.
8. Dalton' un yerinde olsaydınız 2. varsayımı ortaya atmak için öğrenmiş olduğunuz hangi kanun veya kanunlardan yararlandınız? Kısaca açıklayınız.
9. Dalton' un 3. varsayımının altında yatan temel kanunu tanımlayınız.
- 10."Dalton' un yukarıda bahsi geçen varsayımları dikkate alındığındadan yola ıkılaraklar elde edilmiştir (teori/ kanun)" ifadeyi tamamlayınız. İfadeye göre ortaya çıkan sonucu kendinize göre yorumlayınız (teorilerle kanunlar arasında bir hiyerarşik sıra var mıdır?, teori kanuna dönüşür m?)

2. HAFTA

Kimyanın Temel Kanunları

Kazanımlar:

- Atomun yekpare/bölünmez olmadığına işaret eden bulguları değerlendirir.
- Kimyasal değerişimlerle ilgili temel kanunlar atomun varlığı (Dalton atom teorisi) ile ilişkilendirilir.

Ders için Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir nceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 6. ve 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersinde maddenin görünmez küçük taneciklerden olduğunu öğrenmiş, atom olarak adlandırdıkları bu taneciklerle molekül, element, bileşik, saf madde kavramlarını ilişkilendirmiş, sürtme ile maddelerin farklı yüklerle yüklendiğini keşfetmiş durumdadır. Ayrıca ğrenciler; maddelerin farklı yüklerle yüklenmesinden yola çıkarak atomların proton, nötron ve elektronlardan olduğunu kavramışlardır.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Maddelerin makro düzeydeki özelliklerini anlamaya temel oluşturan mikro yapıyı ana hatlarıyla ele alarak, bu yapının gözlenebilir özelliklere nasıl yansdığını açıklamak ve söz konusu ilişkileri ifade ederken temel olan kavramları tanıtmaktır.

Değerişkenlerle ilişkisi: İkinci hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değerişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değerişkenlere ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde ikinci hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:

Atomun görülmesinin mümkün olmadığını, bu gün atomla ilgili bildiğimiz bilgilerin bilim adalarının hayal güçlerine dayanan, dolaylı yollarla (deney, gözlem, eldeki verilerden yapılmış çıkarımlar) edinilmiş bilgiler olduğunu, bu bilgiler ve atomla ilgili çizimlerin de modelleri oluşturduğunu geçen ders öğrenmiştik. Peki bu modellerden biri olan ve atomla ilgili ilk

ayrıntılı açıklamayı yapan (ilk bilimsel atom modeli) Dalton sizce atom modelini oluştururken hangi temellere dayanarak bu sonuçlara varmış olabilir? Siz Dalton olsaydınız atomun varlığını dolaylı olarak nasıl belirlerdiniz? Atomun varlığına kanıt olacak bir deney tasarlamanız istense bu nasıl bir deney olurdu? (Bu kısımda öğrencilerden STEM' in mühendislik boyutunu kullanmaları istenmeyecek, onların sadece bu tasarımla ilgili düşünceleri alınacaktır).

2. Keşfetme:

Öğrencilere kütle korunumunun deneysel olarak anlatıldığı bir kısa video izletilir (URL-8). Daha sonra öğrencilere bu videoda geçen deneye göre hangi sonuca ulaşılabileceği sorulur. Öğrencilerin kütle korunumunun sonucuna ulaşmaları beklenir. Birinci hafta öğrencilere verilen Etkinlik 4 ile Lavoisier' in kütle korunumu ile ilgili çalışmalar yaptığı öğrencilere hatırlatılır. Ayrıca, yine birinci hafta öğrencilere verilen Etkinlik 5 ile öğrencilere **Proust' un** sabit oranlar yasasını ortaya attığı hatırlatılır. Ayrıca, sabit oranlar ile ilgili bir video (URL-9) izlettirildikten sonra, öğrencilere sabit oranlar ve katlı oranlar ile ilgili iki farklı etkinliğin bulunduğu bir çalışma kağıdı verilerek ilgili soruları cevaplamaları ve mantıksal çıkarımlar yapmaları beklenir.

2.1. Etkinlik: Sabit ve Katlı Oranlar

1. Can ile Naz; Proust' un çalışmalarını araştırdıktan sonra yine Proust' un çalışmalarına benzer olarak bir dizi deney yapmış ve aşağıdaki tabloda verilen sayısal değerlere ulaşmışlardır. Sizde kendinizi Can ve Naz'ın yerine koyarak bu bir dizi deney sonucunda Proust' un neye ulaşmış olabileceğini ifade ediniz. (İpucu: tabloda boş bırakılan yerleri doldurarak çalışmaya başlayabilirsiniz.)						
	Fe	+	S	>	FeS	Fe' in kütle oranı / S' ün kütle oranı
Deney	28	+	16	>	42	7/4
Deney	3,5	+	2	>	5,5	
Deney	70	+	40	>	110	
Deney	2,1	+	1,2	>	3,3	
Deney	42	+	24	>	66	
2. Mert; iyot (I) elementi ile flor (F) elementi arasında oluşan iki farklı bileşiği modellemek amacıyla atomları kullanmıştır. Üç küçük atoma bir büyük atoma iliştiyerek IF_3 bileşiğinin molekül modelini, beş küçük atoma bir büyük atoma iliştiyerek IF_5 bileşiğinin molekül modelini oluşturmuştur. Daha sonra aklına aynı miktar I ile birleşen F kütleleri arasındaki oranı hesaplayabileceği gelmiş fakat bu matematiksel işlemi nasıl gerçekleştireceğini bilememektedir. Mert' e bu matematiksel hesaplamada yardımcı olup, bu denemeden hangi sonuca ulaşabileceğini kendi cümlelerinizle kısaca ifade ediniz.						

3. Açıklama:

Keşfetme kısmında kimyanın temel kanunları (kütle korunumu kanunu, sabit oranlar kanunu ve katlı oranlar kanunu) öğrencilere ismi verilmeden fark ettirildikten sonra, öğrencilerden kimyanın temel kanunlarını kendi cümleleri ile ifade etmeleri istenir. Öğrencilerden gelen cevaplar toplanarak tahtaya sırasıyla yazılır (Tahtaya kimyanın üç temel kanunu ile ilgili öğrencilerden gelen tanımlar sırasıyla yazılır).

4. Derinleştirme:

Dalton' un hayatı ve çalışmalarını anlatan kısa bir metin öğrencilere bir önceki ders verilerek derse okuyup, metinle ilgili soruları cevaplayarak gelmeleri istenmiştir. Daha sonra metinde yer alan sorular sınıf ortamında tartışmaya açılarak hep birlikte öğrencilerin konu ile ilgili düşünceleri sağlanır. Metinle ilgili öğrencilere yöneltilen sorular aşağıdaki gibidir. Öğrencilere Dalton' un yerinde kendileri olsaydı aşağıdaki varsayımları ortaya atmak için öğrenmiş oldukları hangi kanun veya kanunlardan yararlanabilecekleri sorulur.

- "Her şey çok küçük bileşen olan atomlardan oluşmaktadır ve bu atomlar yok edilemez, var edilemez, bölünemezdir. Kimyasal tepkimeler atomların oluşmasına veya yok olmasına yol açmaz" ifadesinin altında yatan temel kanun ne olabilir?

Öğrencilerin "kütle korunumu kanunu" cevabını vermesi beklenir. Bu cevaptan sonra öğrencilere kendinizi Dalton' un yerine koyarak düşündüğünüzde kütle korunumu yasasına dayanarak Dalton atomun varlığını nasıl dolaylı olarak belirlemiş olabilir? sorusu yöneltilir.

Küçük bir tartışma ortamı oluşturarak öğrencilerin "maddenin bütünsel bir yapıya sahip olduğu kabul edildiği takdirde kütlelerin korunumunu açıklamanın mümkün olmadığı, element ve bileşiklerin de atomlardan oluştuğu ve reaksiyon sonunda atomların sadece yerleri değişip, kütle, sayı ve cinslerinin korunduğu ve ancak bu şekilde kütlelerin korunumunu Dalton' un atomun yapısını aydınlatmada kullanabileceği" açıklamasına ulaşmaları öğretmen rehberliğinde sağlanır.

- Dalton atom modelini oluşturan temel ilkelerden biri olan " Aynı element atomları belirli oranlarda birleşerek bileşikler oluşturur. (2 Hidrojen atomu ile 1 Hidrojen atomunun birleşerek suyun atom grubunu oluşturması gibi)" ifadesi ile Dalton' un açıkladığı temel kanun ne olabilir?

Öğrencilerin "sabit oranlar kanunu" cevabını vermesi beklenir. Bu cevaptan sonra öğrencilere "Kendinizi Dalton' un yerine koyarak düşündüğünüzde sabit oranlar yasasına dayanarak Dalton' un atomun varlığını nasıl dolaylı olarak belirlemiş olabilir?" sorusu yöneltilir.

Daha sonra yine öğrencilerin Dalton' un "Aynı element atomları belirli oranlarda birleşerek bileşikler oluşturur. (2 Hidrojen atomu ile 1 Hidrojen atomunun birleşerek suyun atom grubunu oluşturması gibi)" ifadesi ile 1799 yılında Proust tarafından ortaya atılan sabit oranlar kanunu kastettiği sonucuna varmaları sağlanır.



- "Bileşikler birden çok elementin atomlarından oluşmuştur. Herhangi bir bileşikteki iki elementin atom sayılarının oranı bir tam sayı yada basit tam sayılı bir kesirdir." ifadesi ile anlatılmak istenen ne olabilir? Bu ifadenin altında yatan temel kanunu tanımlayınız.

Öğrencilerin "katlı oranlar kanunu" cevabını vermeleri beklenir.

En son olarak da Dalton' un kütlelerin korunumu ve sabit oranlar yasasını dikkate alarak atomun yapısını açıklamaya çalıştığı ve bu doğrultuda atom modelini öne sürdüğü ifade edilir (kanunlardan yola çıkılarak teori geliştirildi). Ayrıca bu modelden yola çıkarak katlı oranlar kanununa ulaştığı açıklanır. Dalton atom modelinin günümüzde geçerliliğini yitiren veya geçerliliğini koruyan kısımlarının olduğu, bunlarında ilerleyen konularda irdeleneceği söylenir.

5. Değerlendirme:

Öğrencilere kimyanın temel kanunları ile ilgili çalışma kağıdı verilerek çoktan seçmeli ve kısa cevaplı soruları çözmeleri istenir. Çalışmada yer alan sorular aşağıda belirtilmiştir.

ADJ SÖZADJ.		KİMYANIN TEMEL KANUNLARI	
1. $2\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + 3\text{S}$ 132g 108g 18g 2g 36g denkleştirilmiş tepkime denkleminde harcanan maddelerin ve oluşan ürünlerin kütleleri verilmiştir. Buna göre, "X" değeri kaçtır?	5. XY bileşiğinin kütlece $\frac{2}{3}$ 'ü X elementidir. Buna göre, XY ₂ bileşiğinde X'in kütlece, Y'nin kütlece oranı kaçtır?	8. I. H ₂ O - NO ₂ II. SO ₂ - CO III. H ₂ O - H ₂ O ₂ IV. PO ₄ ³⁻ - PO ₃ ³⁻ V. H ₂ SO ₄ - H ₂ SO ₃ Yukarıdaki madde çiftlerinden hangileri arasında katlı oran vardır?	9. X ve Y den oluşan iki bileşikten, birincisinde kütlece % 20 X, ikincisinde ise kütlece % 60 Y bulunmaktadır. Buna göre, bu bileşiklerde aynı miktar X ile birleşen Y miktarının oranı kaçtır?
2. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ x gram 13,2 gram 7 gram 3,6 gram Yukarıdaki tepkimede girenlerin ve ürünlerin miktarları gram olarak verilmiştir. Buna göre, CO ₂ ile C ₂ H ₄ in kütleleri arasındaki fark (p-x) kaç gramdır?	6. X ₂ Y ₃ bileşiğinde X in Y'ye kütlece birleşme oranı $\frac{2}{3}$ 'ü'dür. Buna göre, aynı elementlerden oluşan X ₂ Y ₃ bileşiğinin kütlece yüzde kaçını Y elementidir?	10. Bileşik Kütle (g) 20 10 0 0 2 4 Y Kütle (g) I. bileşik II. bileşik X ve Y elementlerinden oluşan iki farklı bileşik için bileşik kütlelerinin Y kütleleri ile değişim grafiği yukarıda verilmiştir. I. bileşiğin formülü X ₂ Y ₃ olduğuna göre, II. bileşiğin basit formülü nedir?	
3. Aşağıdaki bileşiklerden hangisinde X'in kütlece yüzde 60'üdür? A) X ₂ Y ₂ B) X ₂ Y ₄ C) X ₂ Y ₆ D) X ₂ Y ₈ E) X ₂ Y ₁₀	7. X ₂ Y bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{20}{32}$ 'dir. XY bileşiği oluşturmak üzere eşit kütlelerde X ve Y alındığında hangi elementten kaç gram artar?	4. X ₂ Y ₃ bileşiğinin 108 gramında 80 gram Y elementi bulunmaktadır. Buna göre, X ₂ Y ₃ bileşiğinde 7 gram X elementi ile kaç gram Y elementi birleşir?	

Öğrencilerden haftaya derse gelirken **Faraday**' in hayatını araştırarak gelmeleri istenir. Bu konuda öğrencilere açık uçlu soruların bulunduğu bir çalışma kağıdı verilerek araştırmalarına bu sorulara cevap bulacak doğrultuda şekil vermeleri söylenir(Etkinlik 3.1).

Etkinlik 3.1:Faraday' ın hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili yaptığınız araştırmalardan yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Faraday' ın hayatı ve bilimsel çalışmalarına göre bilimsel bilginin mutlak ve değişmez olduğu söylenebilir mi?
2. Faraday' ın hangi kişisel özellikleri bilimsel çalışmalarını etkilemiş olabilir? Örneklerle açıklayınız.
3. Faraday' ın yaşadığı toplumun bilimsel çalışmaları üzerine etkisi olmuş olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.
4. Faraday bilimsel çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
5. Faraday bilimsel çalışmalarında deney ve gözlemden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
6. Faraday bilimsel çalışmalarında gözlem ve çıkarımların yeri nedir? Örneklerle açıklayınız.
7. Faraday' ın çalışmalarının, atomun yapısının aydınlatılmasına katkısı nedir? Kısaca açıklayınız.

Öğrencilere **elektroliz** deneyi ile ilgili olarak hazırlanan çalışma kağıdı verilir. Çalışma kağıdında yer alan boşlukları konu ile ilgili araştırma yaparak doldurmaları ve ders konu ile ilgili hazırlanarak gelmeleri istenir.

3. HAFTA

Atom Altı Tanecikler

Kazanımlar:

- Sürtünme ile elektriklenme ve elektroliz olayı atomun bölünebilirliği ile ilişkilendirilir.
- Elektron, proton ve nötronun yükleri ve kütleleri karşılaştırılır.Ders için

Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 7. sınıf Fen bilimleri dersinde atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları, geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini ayrıntıya girilmeden kavramışlardır.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Maddelerin makro düzeydeki özelliklerini anlamaya temel oluşturan mikro yapıyı ana hatlarıyla ele alarak, bu yapının gözlenebilir özelliklere nasıl yansıdığını açıklamak ve söz konusu ilişkileri ifade ederken temel olan kavramları tanıtmaktır.

Değişkenlerle ilişki: Üçüncü hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde üçüncü hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:

Öğrencilere dersin başında geçen hafta konuşulanlar hatırlatılarak geçen haftanın kısa bir tekrarı yapılır. Bilim adamlarının hayatları ile ilgili verilen ev ödevleri üzerinde konuşmalar yapılır.

Öğrencilere bilim adamlarının atomun yapısını açıklamak için bir çok çalışma yaptıkları, bu bilim adamlarından biri olan ve ilk atomla ilgili bilimsel açıklamayı yapan Dalton' un kimyanın temel kanunlarından kütle korunumu ve sabit oranlar kanunundan yararlanarak atomun varlığını dolaylı olarak belirlemeye çalıştığı ifade edilir. Ayrıca yine Dalton' un atomun yapısını aydınlatmak için çalışmalarından yola çıkarak bir model ortaya koyduğu açıklanır.

"Sizce Dalton' un geliştirdiği atom modeli atomun yapısını açıklamak için yeterli midir? Siz o dönemde yaşayan bir bilim adamı olsaydınız Dalton' un atom modelindeki eksiklikler üzerine

düşünür müydünüz? Neden?" soruları öğrencilere yöneltilerek yeni konuya konsantre olmaları sağlanır. Öğrencilerin konu ile ilgili düşünceleri alındıktan sonra, onlara sınıfa getirilmiş olan tarak gösterilerek, o dönemde yaşayan bir bilim adamı olarak bu tarağı atomun yapısını aydınlatmada nasıl kullanabileceklerini düşünmeleri istenir (öğrencilerin atomun elektrikli yapısını anlamaları amacıyla "Keşfetme-Açıklama" basamaklarında birinci olarak sürtünme ile elektriklenme, ikinci olarak ise elektroliz deneyleri yaptırılacaktır).

2. Keşfetme- Açıklama:

Sürtünme ile elektriklenme deneyi için gerekli malzemeler (plastik tarak, kağıt parçaları ve ipek kumaş) sınıfa getirilir. Bu malzemelerle sizce ne yapacağız sorusu öğrencilere sorulur. Sürtünme ile elektriklenme deneyi cevabını vermeleri beklenir. Daha sonra öğrencilere bu deneyin bu günkü konumuz olan atomun bölünebilirliği ile nasıl bir ilişkisinin olduğu sorulur. Sürtünme deneyi sınıf ortamında öğretmen rehberliğinde bütün gruplar tarafından yapılır ve her aşamasında öğrencilere aşağıda belirtilen sorular yöneltilerek öğrencilerin deney ile atomun bölünebilirliği arasındaki ilişkiyi kendilerinin keşfetmesi sağlanır. Deneye başlamadan öğrencilere tarağın bir madde olup olmadığı sorulur. Evet cevabı alındıktan sonra bütün maddelerin en küçük taneciğinin ne olduğu yada maddelerin neden oluştuğu sorulur. Öğrencilerden atom cevabı alınır.

Tarak, kağıt parçalarına yaklaştırılır ve kağıt parçalarını çekmediğinin öğrenciler tarafından gözlenmesi sağlanır. Öğretmen öğrencilere başlangıçta tarağın kağıt parçalarını neden çekmediğini sorar. Öğrencilerin aralarında elektriksel çekim oluşmadı/ nötr oldukları için cevabını vermeleri beklenir (Öğrencilerin sürtünme deneyi ile ilgili daha önceki sınıf seviyelerinden bilgileri bulunmaktadır).

Buradan yola çıkılarak öğrencilere maddenin ve maddenin temel taneciği olan atomun yapısının dışarıdan bir etki yapılmadığı takdirde nötr olduğu sonucuna varmaları sağlanır. Daha sonra tarak kumaşa sürtülüp tekrar kağıt parçalarına yaklaştırılır. Bu durumda tarağın kağıt parçalarını çektiği gözlemlenir. Öğrencilere bu değişimin neden kaynaklanmış olabileceği, tarağın kağıt parçalarını nasıl çektiği sorulur. "İki madde birbirini hangi durumda çeker?", "İki madde birbirini hangi durumda iter?" ve "İki madde birbiriyle hangi durumda etkileşmez?" şeklinde öğrencilere rehber sorular yöneltilir.

Öğrencilerinden tarağın kağıt parçalarını çekebilmesi için farklı elektrik yükleri sahip olmaları gerektiği cevabı alınır. Sürtünme işlemi sonucu bazı maddelerin pozitif, bazılarının ise negatif yükü yükleneyeceği, tarağın da sürtünme işlemi sonucu elektriksel olarak yüklü hale geçtiği sonucuna varmaları beklenir (Bu beklentinin sebebi öğrencilerin daha önceki sınıf seviyelerinde elektrostatik çekim kuvveti konusunu öğrenmiş olmalarıdır. Bir başka ifadeyle öğrencilerden daha önceden öğrenmiş oldukları bir fizik kavramını bir kimya konusunda kullanmaları beklenir). Atom nötr olduğuna göre bu olay nasıl gerçekleşmiş olabilir sorusu yöneltilip öğrencilerin bu konuda düşünmeleri sağlanır.

Daha sonra öğrencilere "Sürtünmeyle elektriklenmede tarak ve kağıt parçalarının kimyasal yapısında bir değişiklik oldu mu?" sorusu sorulur. Buradan "Sürtünmeyle elektriklenmede daha küçük taneciklerin maddeler arasında geçiş yaptığı sonucuna varılabilir mi?", "Tarak, kağıt gibi maddeler elektriksel yüke sahip olabilirler mi?", "Maddeleri oluşturan atomlar için de elektriksel yüke sahiptirler denilebilir mi?" soruları yöneltilir. Bilim adamlarının da benzer sorularla uğraştıkları ve bu sorulardan yola çıkarak atomun yapısıyla ilgili çeşitli sonuçlara ulaştıkları öğrencilere ifade edilir. Daha sonra "Siz o dönemde sürtünme ile elektriklenme deneyleri yapan bilim adamlarından biri olan Benjamin Franklin olsaydınız yaptığınız bu deneylerden yola çıkarak atomun yapısıyla ilgili hangi sonuçlara ulaşırdınız?" sorusu sorulur. Öğrencilerden "Sürtünmeyle elektriklenmede atomu oluşturan taneciklerin maddeler arasında geçiş yaptığı ve atomdan atoma geçen daha küçük taneciklerin olduğu" sonucuna varmaları beklenir. Bir başka ifadeyle öğrencilerden önce, saçtan tarağa bir yük akışının olduğu daha sonra ise taraktan kağıda bu yük akışının gerçekleştiği yönünde cevaplar beklenir (Burada "Tarak saça sürtüldüğünde negatif yüklenir, daha sonra ise tarak kağıda yaklaştırıldığında, tarak pozitif yüklü olurken kağıt negatif yüklü hale gelir" bilgisi negatif ve pozitif yüklü iyon kavramı bahsedilmediğinden dolayı verilmez ve yukarıda bahsedildiği şekilde açıklanır. Pozitif ve negatif yüklü iyon kavramları ilerleyen süreçte bahsedilecektir).

İkinci olarak Faraday'ın hayatı ile ilgili bir önceki hafta verilen ödev (Etkinlik 3.1) doğrultusunda öğrencilerin araştırmaları sonucu elde ettiklerini sınıf ortamında sunmaları sağlanır. Öğrencilere verilen çalışma kağıdında yer alan Faraday'ın hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili sorular tartışılarak öğrencilerin hep birlikte cevaplamaları sağlanır. Daha sonra elektroliz deneyi sınıf içinde yapılır. Deneyin başlangıcında ve süreç içinde öğrencilere çalışma kağıdında verilmiş sorular yöneltilerek öğrencilerin atomun elektriksel yapısı ile elektroliz deneyini ilişkilendirmeleri sağlanır.

Etkinlik 3.2: Elektroliz (URL 13)

Elektrik enerjisi kullanılarak gerçekleştirilen kimyasal tepkimelere "Elektroliz" denir. Endotermik (enerji alan) tepkimelerdir. Kendiliğinden gerçekleşmez.

Elektrolizde kullanılan terimler:

Elektrolit :

Elektrot :

Katyon:

Anyon:

Katot :

Anot :

DENEY MALZEMELERİ:

- CuSO₄,
- 2 adet karbon elektrot,
- Güç kaynağı,
- Beher,
- Su
- Lamba
- Krokodilli bağlantı kabloları
- Duy (1 adet)
- Baget (1 adet)

DENEYİN YAPILIŞI:

- Bir beher içinde bir miktar suda CuSO₄ tuzu çözülür.
 - Elektrotlar beherin içine daldırılır.
 - Elektrotlarla üreteç arasında bakır kablolarla bağlantı sağlandıktan sonra akım verilir.
- CuSO₄ çözeltisi elektroliz deneyi ile ilgili olarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a. Deney ile ilgili neler gözlemlediniz yazınız.
- b. Deney şemasını çizerek deneyde gerçekleşen olayları açıklayınız.
- c. Lambanın yanması (elektrik iletimi) nasıl sağlanmış olabilir? Açıklayınız.

Daha sonra düzenekte kullanılan elektrotların nelerden oluştuğu ve başlangıçta elektriksel olarak ne durumda oldukları sorulur. Öğrencilerin "Atomlardan oluşur ve elektriksel olarak nötrdür" cevabını vermeleri beklenir. Deneyle ilgili gözlemlerini deney gözlem formuna yazmaları sağlanır. Devrenin nasıl tamamlandığı öğrencilere sorulur. Başlangıçta elektrotların nötr olduğu hatırlatılarak devrede yük akışının nasıl sağlandığı sorularak sınıf içinde tartışma ortamı oluşturulur.

Öğrencilerden M. Faraday'ın 1830'lu yıllarda yaptığı elektroliz deneyi sonuçlarından yola çıkarak ve Faraday'ın yerine kendilerini koyarak, bu deneyin atomun elektriksel yapıda olduğu konusunda nasıl bir ipucu oluşturduğunu düşünmeleri istenir. "Faraday elektroliz deneyinde iyonik yapılu birçok bileşik kullanarak deneylerini gerçekleştirmiştir (örneğin CuSO₄). Bu deneylerinde bakırın elektron vermesi gerektiği, sülfatın ise elektron alması gerektiği mantıksal çıkarımlarını yapmıştır. Bir başka ifadeyle böyle bir elektroliz deneyi ile atomların elektrik yüklü olması gerektiğini ve bu yüklenme sonucu oluşturulan iyonlar ile (Cu⁺² ve SO₄⁻²) elektriğin iletildiğini açıklamıştır" ifadesi öğrencilerle yapılan tartışma sonucunda ortaya konmuştur.

Atomun yüklü taneciklerden oluştuğu ve bu taneciklerin hareketli yapısı göz önünde bulundurulduğunda, Dalton'un varsayımlarından biri olan "Atomlar küçük, parçalanamaz, içi dolu kürelerdir" ifadesini yeniden yorumlamaları istenir. Öğrencilerin "Maddenin elektriği iletmesi durumunun atomun yüksüz ve bölünmez olduğu kabul edilerek açıklanamayacağı" açıklamasını yapmaları beklenir. Ayrıca öğrencilerin "Sürtünme ile elektriklenme ile Faraday'ın elektroliz deneyi atomun bölünemez olmadığını işaret eden bulgulardır" sonucuna varmaları beklenir.

3. Genişletme:

Atomu oluşturan taneciklerin varlığının belirlenmesinden sonra, bu taneciklerin özelliklerinin belirlenmesi için tarihsel süreçte bir çok çalışmanın yapıldığı öğrencilere ifade edilir.

Bu çalışmalardan ilkinin İngiliz bilim adamı William Crookes tarafından geliştirilen katot ışınları tüpü ile Juliusz Plücker tarafından gerçekleştirilen bir dizi deney olduğu ifade edilir.

Crookes tüpünde oluşan katot ışınlarını gösteren deney videosu öğrencilere izlettirilip (URL 10), bu deneyden yola çıkarak çalışma kağıdında yer alan soruları sınıf içinde tartışma ortamı oluşturularak cevaplamaları istenir.

Etkinlik 3.3: William Crookes (URL 11)

Sayısız buluşun sahibi olan Crookes, talyum elementini ve radyant maddeyi keşfetmiş, "Crookes tüpü"nü ve "Crookes radyometresi"ni icat etmiş ve atom fiziğinin gelişmesine temel olan katot ışınlarıyla ilgili çalışmaların öncülüğünü yapmıştır. 19. yüzyılın en büyük bilim adamlarından biri olarak kabul edilir.

Crookes, ilköğrenimini Cheppenham'de gördü. 15 yaşında Londra'daki Kraliyet Kimya Yüksekokulu'na kabul edildi. 1854'te Oxford'daki Radcliffe Gözlemevi'nin meteoroloji bölümünün başına getirildi. 1855'te Chester'daki Bilim Yüksekokulu'nda öğretim görevine başladı. 1856'da babasından yüklü bir miras kalınca öğretim görevinden ayrıldı ve Londra'daki özel laboratuvarında kendisini bütünüyle bilimsel araştırmalara adanmıştı.

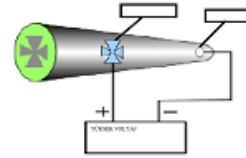


William Crookes 1851

1854'te Oxford'daki Radcliffe Gözlemevi'nin meteoroloji bölümünün başına getirildi. 1855'te Chester'daki Bilim Yüksekokulu'nda öğretim görevine başladı. 1856'da babasından yüklü bir miras kalınca öğretim görevinden ayrıldı ve Londra'daki özel laboratuvarında kendisini bütünüyle bilimsel araştırmalara adanmıştı.



Seyreltik gazlar içindeki elektrik boşalmalarını incelerken, katodun çevresinde, bugün kendi adıyla anılan (crookes tüpü) karanlık bir bölge oluştuğunu gözlemledi. Katot ışınlarının düz bir çizgi boyunca yol aldıklarını, bazı maddelere çarptıklarında fosfor ışımaya ve ısı çıkardıklarını kanıtladı. Katot ışınlarının özelliklerini incelemek için birçok aygıt tasarladı. Crookes tüpünde bulunan elektrotlar arasında yüksek voltaj uygulandığında elektronlar katottan anoda doğru düz hatta hareket etmeye başladılar. Bu tüp, Crookes, Johann Hittorf, Juliusz Plücker, Eugen Goldstein, Heinrich Hertz, Philipp Lenard ve diğer birçok bilim adamı tarafından katot ışınlarının keşfi için yapılan çalışmalar sırasında kullanıldı. Çalışmalar J. J. Thomson'un 1897'de katot ışınlarını, günümüzde elektron olarak bilinen negatif yüklü tanecikler olarak adlandırmasına kadar sürdü. Crookes tüpleri, artık sadece katot ışınlarının varlığını göstermek amacıyla çeşitli deneylerde kullanılmaktadır. Wilhelm Röntgen de 1895 yılında Crookes tüpü sayesinde X ışınlarını keşfetti.



Yukarıdaki metinden yola çıkarak aşağıdaki sorulara cevaplayınız.

1. Yandaki şekilde boş bırakılan yerleri doldurunuz.
2. Deney ile ilgili neler gözlemlediniz. Kısaca yazınız.
3. Düzeneğe bir mıknatıs yaklaştırdığınızda ne gözlemlediniz? Yazınız.
4. Gözlemlerinizden yola çıkarak katot ışınlarının özelliklerini sıralayınız.
5. Katot ışınları deneyi ile ilgili olarak, bu deneyin atomun elektriksel yapısına nasıl bir katkı olabileceğini yorumlayınız.

Deney sonucunda atomun elektriksel yapısına ilişkin ne tür deliller bulunduğu öğrencilere sorulur. Katot ışınlarının özellikleri hakkında neler söyleyebilecekleri sorularak öğrencilerden gelen cevaplar tahtaya yazılır. Bu tartışma sonucunda katot ışınlarının aslında atomun yapısında olan negatif yüklü bir tanecik olduğun sonucuna varılır.

Öğrencilere J. J. Thomson'un 1897'de katot ışınlarını negatif yüklü tanecikler olarak tanımladığı ve bu taneciklerin daha sonra Stoney tarafından "elektron" olarak adlandırıldığı vurgulanır. Ayrıca J. J. Thomson'un katot tüpüne elektrik ve manyetik alan uygulayarak katot ışınlarının yani elektronların yük/ kütle oranını $1,7588 \cdot 10^{11} \text{ C.kg}^{-1}$ olarak hesapladığı ifade edilir.

Öğrencilere "Bu hesaplanan sayısal değer bize neyi anlatır?", "Buradan yola çıkılarak elektron ile ilgili başka hangi sonuçlara ulaşılabilir?" sorularına cevap bulmak ve atomu oluşturan temel taneciklerle ilgili daha fazla ayrıntıya ulaşarak atomun yapısını açıklayabilmek için bilim adamlarının çalışmalarının devam ettiği belirtilir. Bu bilim adamlarından birisi olan Millikan'ın çalışmalarının atomun yapısını aydınlatmaya nasıl katkısı olduğu hakkında tartışmaya geçilir. Dolayısıyla bilimin durağan olmadığı değişip gelişebildiği fikri öğrencilere aşılanır.

Millikan'ın hayatı ile ilgili bir önceki hafta verilen ödev doğrultusunda öğrencilerin araştırmaları sonucu elde ettiklerini sınıf ortamında sunmaları sağlanır (Etkinlik 3.4).

Etkinlik 3.4: Millikan'ın hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili yaptığımız araştırmalardan yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Millikan'ın hayatı ve bilimsel çalışmalarına göre bilimsel bilginin mutlak ve değişmez olduğu söylenebilir mi?
2. Millikan'ın hangi kişisel özellikleri bilimsel çalışmalarını etkilemiş olabilir? Örneklerle açıklayınız.
3. Millikan'ın yaşadığı toplumun bilimsel çalışmaları üzerine etkisi olmuş olabilir mi? Örneklerle açıklayınız.
4. Millikan bilimsel çalışmalarında hangi kısımlarda yaratıcılık ve hayal gücünden yararlanmış olabilir? Örnekler veriniz.
5. Millikan bilimsel çalışmalarında deney ve gözlemlerden yararlanmış olabilir mi? Örnekler veriniz.
6. Millikan bilimsel çalışmalarında mantıksal çıkarımlar yapmış mıdır? Örneklerle açıklayınız.
7. Millikan'ın çalışmalarının, atomun yapısının aydınlatılmasına katkısı nedir? Kısaca açıklayınız.

Öğrencilere verilen çalışma kağıdında yer alan Millikan'ın hayatı ve bilimsel çalışmaları ile ilgili sorular tartışılarak öğrencilerin hep birlikte cevaplaması sağlanır. Millikan'ın yağ damlası deneyi ile ilgili video öğrencilere izlettirilir (URL 12). Öğrencilere Millikan'ın bu deneyle hangi sonuçlara ulaşılmış olabileceği ve bu deneyin atomun elektriksel yapısını aydınlatmada nasıl bir katkısının olabileceği sorulur. Öğretmen öğrencilere "Millikan'ın 1908 yılında yaptığı yağ damlası deneyinde yağ damlacığının davranışlarını, düşme hızını, elektrik alanının yokluğunda ve elektrik alan etkisinde mikroskopla gözlemlemiştir. Gözlem sonuçlarından yola çıkarak yağ damlacıkları üzerindeki yükün daima $-1,6022 \cdot 10^{-19}$ coulomb katları olduğunu görmüştür, peki bu değer sizce neyi ifade etmektedir?" sorusunu yöneltir. Öğrencilerin "Yağ damlacıklarının elektron olarak eksi yüklü hale geldiği ve bulunan bu sayısal değerinde elektronun yükü olacağı" sonucuna varmaları beklenir. Daha sonra bulunan bu sayısal değerler öğrencilere verilen çalışma kağıdına yazılarak yük/ kütle oranı ile yükü bilinen elektronun kütle değerini hesaplamaları sağlanır. Millikan'ın da bu matematiksel yolla elektronun kütlesini $9,1091 \cdot 10^{-31}$ kg olarak bulduğu ifade edilir. Ayrıca Millikan'ın yağ damlacıklarının yarıçapını hesaplandığı, Thomson'ın da buradan hareketle hidrojen atomunun yarıçapını yaklaşık olarak 10^{-8} cm bulduğu belirtilir.

Öğretmen öğrencilere "Atomun yapısında negatif yüklü bir taneciğin olduğu, bu taneciğin yükü ve kütlesi hesaplandıktan sonra atomun yapısında mutlaka başka tür taneciklerde olmalı fikri ortaya atıldı. Sizce, bilim adamları neye dayanarak atomun yapısında başka taneciklerin olması gerektiğini düşündü?" sorusunu yöneltir. Öğrencilerin atom nötr olduğuna göre bulunan bu negatif yükü dengeleyecek pozitif yüklü tanecikler olmalıdır sonucuna ulaşmaları beklenir. Daha sonra Thomson'un da benzer şekilde düşünerek yaptığı deneylerden elde ettiği verilere göre atomlarda, negatif yükü taşıyan elektronları dengeleyecek sayıda pozitif yüklü taneciklerin de bulunması gerektiği sonucuna vardığı ve 1906 yılında gaz boşalma tüpüne hidrojen gazını koyup, elde ettiği pozitif yüklü ışınları manyetik ve elektriksel alanda saptırarak pozitif yüklü tanecikler için e/m değerini bulduğu ($9,5791 \cdot 10^4$ coul/g) ifade edilir. Öğretmen "Peki pozitif yüklü tanecikler ile ilgili e/m oranı dışında neler biliyoruz? Mesela yükünün sayısal değerini bana kim söyleyecek?" sorusunu yöneltir. Elektronun yükünden yola çıkarak pozitif yüklü taneciğin bu sayısal değere eşit ve zıt yüklü yani $+1,6022 \cdot 10^{-19}$ değerine eşit olması gerektiği sonucuna öğrencilerin ulaşması sağlanır. Elde edilen sayısal değerler çalışma kağıdındaki ilgili kısma yazılır ve öğrencilerden bu bilgilerden yola çıkarak pozitif yüklü taneciğin kütle değerini hesaplamaları istenir. Öğrencilerin $1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg değerine ulaşmaları beklenir.


Öğrencilere "Artık atomun yapısında pozitif ve negatif yüklü tanecikler olduğunu biliyorsunuz. Peki şu ana kadar ki öğrendiklerinizi dikkate alarak bu taneciklerin atom içindeki

yerleri ile ilgili bir şeyler söyleyebilir misiniz? Sizce bilim adamları bu pozitif ve negatif yüklü taneciklerin atomun yapısında nasıl yer aldıkları ile ilgili ilk ne tür fikirler ortaya atmış olabilirler?" sorusu yöneltilerek öğrencilerin konu ile ilgili fikirleri alınır. Öğretmen "Bu soru bilim adamlarının ve özellikle Thomson' un zihnini uzun süre meşgul etmiştir. Thomson bu konuda pozitif yüklü jölemsi bir madde içinde elektronların homojen olarak dağılmış halde bulunduğu fikrini ortaya atmıştır" açıklamasını yapar.


4. Değerlendirme:

Öğrencilerin haftaya gelirken Eugen Goldstein (Ögen Goldştayn) ile ilgili araştırma yaparak gelmeleri istenir. Öğrencilerden 2 hafta sonraya atomun yapısını oluşturan taneciklerden olan proton, nötron ve elektronu özelliklerini karşılaştırarak bir ürün tasarımları istenir.


Proje-2.



Adım Proton
Kod adım "p"



Adım Nötron
Kod adım "n"



Adım Elektron
Kod adım "e"

Öğrencinin:
Adı Soyadı: _____
Sınıf: _____ Ara Kontrol
Tarihi: .../.../2016
Teslim Tarihi: .../.../2016

Proje Konusu: Atomun Yapısını Oluşturan Taneciklerin (Proton, Nötron ve Elektron) Farklı Açılardan Karşılaştırılması

Problem durumu: Atomun yapısını oluşturan taneciklerin (proton, nötron ve elektron) yük, kütle, atomun yapısında bulunduğu yer, tarihsel (Kim keşfetti?, Ne zaman keşfetti?, Nasıl keşfetti?) açılarından karşılaştırılması için ürün (poster, maket, karikatür, hikaye vb.)tasarlamak.

Sevgili öğrenciler,
Bu projede sizlerden yukarıda belirtilmiş olan problemle ilgili olarak atomun yapısını oluşturan taneciklerin (proton, nötron ve elektron) yük, kütle, atomun yapısında bulunduğu yer, tarihsel (Kim keşfetti?, Ne zaman keşfetti?, Nasıl keşfetti?) gibi özellikleri ile ilgili araştırma yaparak, bu araştırma sonuçlarına dayanarak bir ürün tasarlamanız ve tasarımınızı sınıfta sunmanız beklenmektedir. Tasarlamamız beklenen ürün türünde tamamen serbest çalışabilir ve hayal gücünüz ile farklı tasarımlar (tarih şeridi, maket, model, oyun, şema vb.) yapabilirsiniz. Çalışmanızı aşağıdaki yönergeye göre hazırlayınız.

YÖNERGE:

1. Çalışma için verilen süre 2 hafta olup, teslim tarihinde mutlaka çalışmaların teslim edilmesi gerekmektedir. Aksi halde çalışmanız değerlendirme dışında bırakılacaktır.
2. Çalışmalar gerçeğe uygunluk, pratiklik, görsellik ve orijinallik açısından değerlendirilerek en başarılı ilk beş çalışma seçilerek fen koridorunda sergilenecektir.
3. Projeleri hazırlarken çeşitli kaynaklardan (internet, ansiklopedi, dergi,vb...) yararlanabilirsiniz, fakat çalışmayı tamamıyla kendinizin yapması istenmektedir. Aksi bir durum tespit edildiğinde çalışmanız değerlendirmeye alınmayacaktır.
4. Çalışmanız proje değerlendirme ölçeğinde verilen ölçütlere göre değerlendirileceğinden projenizi hazırlarken formda belirlenen ölçütlere uymalısınız.

Proje Değerlendirme Ölçeği:

Değerlendirme Ölçütleri	Puan
1 Zamanı iyi kullanma	5 puan
2 Projenin Kullanışlılığı	5 puan
3 Projenin Orijinalliği	5 puan
4 Projenin ve proje içeriğinde yer alan temel kavram ve bilgilerin doğruluğu	5 puan
Toplam	20 puan

Not:

1. Her başlık 5 puan üzerinden değerlendirilecektir.
2. Değerlendirme kriteri : (Çok iyi : 4) (İyi : 3) (Orta : 2) (Yetersiz : 1)
3. Puanlar: (20-16 arası : ÇOK İYİ) (15-10 arası : İYİ) (9-4 arası : ORTA) (4 ve altı : YETERSİZ)

4. HAFTA

Atom Altı Tanecikler

Kazanımlar:

- Thomson ve Rutherford atom modelleri ile bu modellerin geçerli olduğu dönemde bilinenler ilişkilendirilir.

Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 7. sınıf Fen bilimleri dersinde atomun; proton, nötron ve elektrondan oluşan yapısını keşfetmiş durumdadır.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Maddelerin makro düzeydeki özelliklerini anlamaya temel oluşturan mikro yapıyı ana hatlarıyla ele alarak, bu yapının gözlenebilir özelliklere nasıl yansıdığını açıklamak ve söz konusu ilişkileri ifade ederken temel olan kavramları tanıtmaktır.

Değişkenlerle ilişkisi: Dördüncü hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde dördüncü hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:

Öğrenciler geçen haftanın kısa bir tekrarını yaparlar. Tekrarlar yapılırken yönlendirmelerle kronolojik sıra takip etmeleri sağlanır. Öğrencilere "Sürtünme ile elektriklenme ve elektroliz deneyleri atomun yapısının aydınlatılmasında nasıl bir öneme sahiptir?", "Atomun elektriksel yapısını destekleyen başka kanıtlar neler olabilir?", Bilim adamları atomu oluşturan temel taneciklerin varlığını nasıl ispat etmişlerdir?", "Şu ana kadar öğrendiğiniz bilgilerden yola çıkarak, siz atomun yapısının açıklamak ve atomu oluşturan temel taneciklerin varlığını ispat etmek için bir deney tasarlasaydınız bu nasıl bir deney olurdu?" şeklinde sorular yöneltilerek öğrencilerin hem geçen ders öğrendiklerini tekrar etmesi sağlanır hem de öğrencilerin yeni derse dikkatleri çekilir.

2. Keşfetme- Açıklama:

Öğrencilerden geçen hafta ifade edilen çalışmalara ve bu çalışmaların sonuçlarına dayanarak bir atom model tasarlamaları istenir. Thomson' ın da şu an öğrencilerin sahip oldukları bilgilerden yola çıkarak atomun yapısını aydınlatmak için bir model geliştirdiği ifade edilir. Öğrencilere "Siz Thomson' un yerinde olsaydınız nasıl bir atom hayal eder ve bir atom modeli tasarladınız?", "Sizce Thomson kendi atom modelini geliştirirken bu derste öğrendiğimiz bilgilerden nasıl yararlanmış olabilir?" soruları yöneltilerek kendilerine verilen boş kağıda grup olarak zihinlerindeki modeli çizmeleri istenir. Çizim kağıtlarının toplanarak Thomson' ın geliştirdiği modelle karşılaştırma yapacakları ifade edilir.

Öncelikli olarak öğretmen öğrencilere "Sizin şu ana kadar öğrendiklerinizi ve aynı zamanda Thomson' un bir atom modeli ortaya koyarken elinde bulunan bilgi ve kanıtları tahtaya yazalım" der. Öğrencilere atomun yapısı ile ilgili şuna kadar edindikleri bilgiler sorularak öğrencilerden gelen cevaplar tahtaya yazılır.

Thomson neler biliyordu?

- Katot ışınlarının negatif yüklü olduğunu (Katot ışınlarının elektrik ve manyetik alan etkisiyle sapma göstermesi deneyine dayanarak),
- Katot ışınlarının yani elektronların yükünün $-1,6022 \cdot 10^{-19}$, kütesinin ise $9,1091 \cdot 10^{-31}$ kg olduğunu (Thomson katot ışınları ile yaptığı deneyler sonucunda elektronun yük/ kütle oranını $1,7588 \cdot 10^{11}$ C.kg⁻¹ olarak hesaplamıştır).
- Atom nötr olduğuna göre atomun yapısında negatif yükleri dengeleyecek pozitif yüklü taneciklerde bulunmalıdır (Thomson pozitif yüklü taneciklerin varlığı ile ilgili sadece düşünce ortaya atmış olup bu alanda çalışmalar başka bilim adamlarınca gerçekleştirilmiştir).
- Pozitif yüklü tanecikler içinde negatif yüklü tanecikler homojen olarak dağılmıştır.

"Sizce Thomson kendi atom modelini geliştirirken geçen derste öğrendiğimiz bilgilerden nasıl yararlanmış olabilir ve modelinin çizimini nasıl yapmış olabilir?" ve "Thomson kendi atom modelini çizerken kendi kültürü ve yaşantısı ne kadar etkili olmuş olabilir?" soruları öğrencilere yöneltilir.

Yukarıda bahsedilen bilgilerden yola çıkarak, kendilerini Thomson' un yerine koyup, derste çizdikleri kendi modellerini de dikkate alarak Thomson atom modelini oluşturan varsayımların neler olabileceği konusunda mantıksal çıkarımda bulunmaları istenir. Bu aşamada Thomson atom modelini oluşturan varsayımları öğrencilerin kendilerinin keşfetmeleri ve daha sonra açıklama yapmaları beklenir. Öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda öğretmen rehberliğinde ortaya çıkan varsayımlar tahtaya yazılır.

Thomson atom modelini oluşturan varsayımlar:

1- Atomlar küre biçimli olup yarıçapları yaklaşık olarak 10^{-8} cm' dir.

2- Atomlar elektriksel olarak nötraldır. Yani atomda negatif yükü nötralleştirecek kadar pozitif yük bulunur.

3- Elektronlar atom içinde homojen olarak dağılmıştır. Elektronların kütlesi pozitif yüklü kürenin kütlesine göre çok küçüktür. Bu nedenle atom kütesinin büyük çoğunluğunu pozitif yük oluşturur.

Son olarak da derste çizdikleri kendi modelleri ile tahtaya yansıtılan Thomson' un atom modelini karşılaştırmaları istenir. Thomson' un çizmiş olduğu model kendi geçmiş yaşantısında üzümlü keki çok sevdiği için bu kekin şekline benzer. Öğrencilere kendi çizimlerinin dersin başında yemiş oldukları üzümlü keke benzeyip benzemediği sorulur. Üzümlü kekten farklı çizimler ortaya çıkabileceğinden bir modelin %100 gerçeği yansıtmayacağı, bir bilimsel ifadeyi açıklamak için kullanılabileceği söylenir. Ayrıca Thomson' un atom modelinin üzümlü keke benzemesinin sebebi olarak Thomson' un bu keki çok sevdiği ve hayalinde modeli ile kek arasında bağlantı kurduğu ifade edilir. Öğrencilere böyle bir bağlantı kurup kurmadıkları sorulur ve bilimin gelişiminde geçmiş yaşantıların önemli olduğu vurgusu yapılır. Eğer bilim kesin ve sabit olsaydı tüm öğrencilerin Thomson ile aynı modeli çizmeleri gerektiği, oysaki böyle bir durumun olmadığı vurgulanır

3. Genişletme:


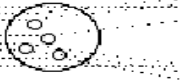
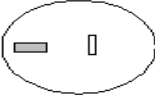
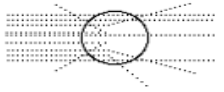
"Peki artık atomun yapısı ile ilgili yeterince bilgiye sahip miyiz?", "Sizce bilim adamları çalışmalarını bu noktada kesmiş olabilirler mi?", "Thomson atom modeli atomun yapısını açıklamada tamamıyla yeterlidir diyebilir miyiz?" soruları ile öğrencilerin bu süreçte başka bilimsel gelişmelerin olduğunu fark etmeleri sağlanır. Öğrencilerden Thomson atom modelinin atomun yapısını açıklamada tamamıyla yeterli olmadığı cevabı beklenir. Öğretmen öğrencilere "Örneğin pozitif yüklü bir tanecikten bahsetmiş fakat bu tanecikle ilgili herhangi bir açıklama yapmamıştır" der.

"Araştırmalarınızı dikkate aldığınızda bu pozitif yüklü taneciği hangi bilim adamı keşfetmiştir?" sorusu sorulur. Ayrıca geçen hafta Eugen Goldstein (Ögen Goldştayn) ile ilgili yaptıkları araştırma sonuçları üzerinde konuşmaları sağlanır. Öğrencilerin araştırma sonuçları toparlanarak, Eugen Goldstein' ın çalışmaları ve atomun yapısının aydınlatılmasındaki katkıları vurgulanır. Sonuç olarak bu pozitif yüklü taneciğin Eugen Goldstein tarafından keşfedildiği daha sonraları ise bu taneciğe Rutherford tarafından "proton" ismi verildiği vurgulanır.

Öğrencilere "Thomson' un atom modeli ortaya atıldıktan sonra sizce atomun yapısı hakkında çalışmalar sonlanmış mıdır? cevabınız hayır ise siz Thomson' un atom modelini geliştirmek, eksik yönlerini bulmak ve bu modele eklemeler yapmak için ne yapardınız, kendinize hangi soruları sorardınız?" soruları sorularak onlara bilimin sabit olmadığı ve değişip gelişebildiği vurgusu yapılır.

Öğrencilerden "Ben Thomson' un modelinin doğru olup olmadığını merak eder ve bu durumu test etmek için bir deney tasarladım" cevabı beklenir. Bunun üzerine öğretmen "Ernest Rutherford' da benzer şekilde, Thomson' un "Elektronlar atom içinde homojen olarak dağılmıştır" varsayımını test etmek için iki öğrencisi ile birlikte bir deney gerçekleştirdi" açıklamasını yapar ve Rutherford' un alfa saçılması deneyi ile ilgili videoyu öğrencilere izlettirir (URL 14). Deneyle ilgili olarak öğrencilere çalışma kağıdı verilerek videodan yola çıkarak bu çalışma kağıdını doldurmaları istenir (Etkinlik 4.1). Hazırlanan çalışma kağıdı yoluyla hem öğrencilerin mevcut bilgilerinin pekiştirilmesi hem de öğrencilerin değerlendirilmesi planlanmıştır.

Etkinlik 4.1 – Rutherford Deneyi (URL 15)

	<p>M.S. 400 yıllardadan beri atomun yapısı merak edilmiş ve çeşitli modeller ortaya konmaya çalışılmıştır. Rutherford'un.....deneyi bu konuda en önemli gelişmelerden biridir (boşlukları tamamlayınız).</p>	<p>Deneyin Amacı:</p>
<p>Hipotez: Açıklama: Beklenen Sonuç:</p>		
<p>Deneyin yapılışı (çizimi tamamlayınız):</p>		
<p>Veriler</p> 	<p>Deney sonunda ulaşılan üç önemli gözlem;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. <p>Gerçek sonuçlar</p>	
<p>Bulgulardan elde edilen yeni model (çizim yapınız):</p>	<p>Deneyde neden altın levha kullanılmıştır?</p>	
<p>Sonuçların geçerliğini sağlamak için yapılanlar</p>	<p>Deneyde neden alfa ışınları kullanılmıştır?</p>	
<p>Rutherford' un çalışma sonuçlarına göre Thomson atom modelinin geçerliği veya eksiklikleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?</p>		

Sınıf içinde küçük bir tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin bu tartışma sonucu Rutherford' un alfa ışınları deneyini irdelemeleri ve deneyle ilgili "Radyoaktif bir kaynaktan pozitif yüklü alfa ışınları çok ince altın levha üzerine gönderilmiş, bu ışınların büyük bir kısmının levhadan geçtiği, bazı ışınların ise sapmaya uğradığını hatta çok azda olsa bir kısmının ise geri yansıdığı gözlenmiştir" sonuçlarını çıkarmaları beklenir. Öğretmen "Peki bu sonuçlar sizce Rutherford' un beklediği/ öngördüğü sonuçlar olabilir mi?, Rutherford hangi amaç doğrultusunda böyle bir deney yapmaya karar vermişti?, Rutherford' un elde ettiği bu sonuçlar Thomson' un ortaya attığı atom modelini destekler nitelikte mi?, Cevabınız hayır ise beklenen ile gerçek sonuçları karşılaştırabilir misiniz? Peki deney sonucunda elde edilen bu yeni bulgular hangi sonuçlara yol açmış olabilir?" sorularını öğrencilere yöneltir. Öğrencilerden de sırasıyla "Deney sonuçlarının Rutherford' un ön gördüğü sonuçlar olmadığı, Rutherford' un Thomson' un ortaya attığı atom modelinin doğruluğunu ispat etmek amacıyla bir dizi deney gerçekleştirdiği, elde edilen sonuçların da Thomson' un ortaya attığı atom modeli ile uyumlu olmadığı" açıklamaları beklenir. Öğrencilerden beklenen ile gerçek deney sonuçlarını karşılaştırmaları istendiğinde "Thomson' un ortaya attığı atom modeline göre (pozitif yüklü jölemsi madde içine dağılmış negatif yüklü küre) alfa ışınlarının altın levha içinden kolaylıkla geçmesi çok azının sapma göstermesi gerekirdi, oysaki yine çoğu alfa ışını altın levha içinden geçerken bir kısmının saptığı çok az bir kısmının ise geri yansıdığı tespit edilmiştir" cevabı vermeleri beklenir. Ayrıca öğrencilerin "Bu sonuçların ancak Thomson' un önerdiğinden farklı bir atom yapısı ile açıklanabileceği" sonucunu ortaya çıkardığını fark etmeleri sağlanır. Öğretmenin "Peki Thomson' un önerdiği atom modelinin eksikliklerini fark eden Rutherford sizce ne yapmış olabilir?" sorusuna cevap olarak öğrencilerin "Yeni bir model ortaya atmış olabilir" cevabını vermeleri beklenir.

Son olarak öğrencilere "Rutherford bu deney sonuçlarından yola çıkarak atomun yapısını nasıl hayal etmiş ve bu zihninde oluşturduğu model doğrultusunda nasıl bir atom modeli ortaya atmıştır?" sorusu yöneltilerek öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda Rutherford atom modeline ait varsayımlar tahtaya yazılır. Bu yolla deney sonuçlarından yola çıkarak öğrencilerin tıpkı Rutherford gibi düşünceleri ve atomun yapısı ile ilgili fikirler sunmaları

beklenir. Ayrıca öğrencilerin Rutherford atom modeline ait varsayımları kendilerinin keşfetmeleri beklenmektedir. Buna göre ortaya çıkan varsayımlar sıralanır.

Rutherford atom modeline ait varsayımlar;

- Atomun büyük bir kısmı boşluktan oluşmuştur (Alfa ışınlarının büyük bir çoğunluğunun altın levhadan geçmesi sonucuna dayanır),
- Atomdaki (+) yüklerin tümü çekirdek adı verilen bir merkezde yoğunlaşmıştır (Alfa ışınlarının çok az bir kısmının altın levhadan geri yansması sonucuna dayanır),
- Çekirdekteki bu (+) yüklü taneciklere proton adı verilmiştir (Bu ismi Rutherford vermiştir),
- Protonlar atomun çekirdeğinde yoğun olarak bulunurken, elektronlar çekirdek etrafında yayılmış durumdadır (Burada Rutherford elektronun tam olarak yeri ve hareketini açıklayamamış fakat hayal gücünü kullanarak ve deney sonuçlarına göre çekirdeğin etrafında yayılmış halde bulunması gerektiği mantıksal çıkarımında bulunmuştur),
- Atomun hacmi yanında çekirdeğin hacmi çok küçüktür (10^5 kat daha küçük)
- Çekirdekteki pozitif yük miktarı, bir elementin bütün atomlarında aynı, farklı elementin atomlarında farklıdır (Rutherford' un farklı elementlerle bir dizi deney yaparak) sonuçlarına ulaşmaları beklenir.

Yukarıdaki varsayımlara ek olarak Rutherford' un kütle deneyleri (farklı atomların kütle ölçümleri ve bulunan değerlerin birbirine oranlanması) yaptığı ve bu deney sonuçlarına dayanarak ve elektronun kütlesinin protonun kütlesinin yanında ihmal edilebileceğini düşünerek; " Pozitif yükün kütlesi, atomun kütlesinin yaklaşık yarısıdır" varsayımını ortaya attığı ifade edilir. Öğretmen "Peki bu varsayım sizce ne anlama gelir?" sorusunu sorar ve öğrencilerden "Atomun yapısında protonla aynı kütlede başka bir taneciğin bulunması gerektiği" cevabını vermelerini bekler. "Peki bu taneciğin yükü hakkında ne söyleyebilirsiniz?" sorusuna öğrencilerin "Atomun yapısında pozitif yüklü protonlar ve negatif yüklü elektronların yükleri birbirlerini dengelediği için atomun yapısında bulunan diğer taneciğin yüksüz olması gerektiği" açıklamasını yapmaları beklenir.

Daha sonra öğretmen öğrencilere "Sizce bu tanecik atomun yapısında nerede bulunuyor olabilir? Neden?" sorusunu sorar. İpucu olarak da öğrencilere "Nasıl oluyor da pozitif yüklü protonlar birbirlerini itmeden küçük bir hacimde bir arada bulunabiliyorlar? Sizce de garip değil mi?" sorusu yöneltilir ve öğrencilerden "Bu tanecikler çekirdekte bulunmalıdır" cevabına ulaşmaları beklenir. Daha sonra öğretmen toparlama yapmak amacıyla "1932 yılında Chadwick bu yüksüz taneciğin varlığını deneysel olarak kanıtlamış ve Nötron adını vermiştir. Chadwick, nötronların oluştuğu bazı nükleer tepkimelerin verilerinden nötronun kütlesini $1,6749 \cdot 10^{-24}$ g olarak hesaplamıştır" açıklamasında bulunur.

4. Değerlendirme:

Ders sonunda öğrencilere Rutherford' un deneysel çalışmaları ve bu çalışmaların sonuçları ile ilgili bir çalışma kağıdı verilerek ilgili soruları cevaplamaları ve istenen çizimleri yapmaları sağlanır (Etkinlik 4.1).

Ödev: Öğrencilerin haftaya gelirken Bohr ile ilgili araştırma yapmaları ve bu araştırmalara göre verilen çalışma kağıdını doldurmaları istenir.

Ödev: Öğrencilerin haftaya gelirken Henry Moseley ile ilgili araştırma yaparak gelmeleri istenir.

Ödev: Araştırma yaparak kütle spektrometresi ile ilgili çalışma kağıdını doldurarak haftaya derse gelmeleri istenir.

Etkinlik 5.1: Kütle spektrometresi nedir? Ne işe yarar?

Kütle spektrometresinde gaz halindeki bir maddenin atomları iyonlarına dönüştürüldükten sonra, kütlelerine göre ayrı ayrı detektörler aracılığı ile tespit edilir. Burada atomlar çok küçük tanecikler olduğundan her birinin kütlelerini ayrı ayrı tespit etmek mümkün değildir. Bu yüzden referans bir atom kullanılarak diğer atomların kütleleri bu referans atoma oranlanarak bulunur. Kütle spektrometresinde referans olarak atomu kullanılır.

Bir atomun kütleleri ile sayıları toplamına eşittir. Bir elementi oluşturan atomların sayıları farklı olamaz. Diğer bir ifadeyle iki atomun sayısı birbirinden farklı ise bu iki atom birbirinden farklıdır.

Peki bu durumda bir elementi oluşturan atomların kütleleri tamamıyla aynı mıdır?

Cevap:

Aynı değilse bu durum neden kaynaklanmaktadır?

Cevap:

Kütle spektrometresinin icat edilmesiyle (bir elementin tüm atomlarının aynı kütleyle sahip olmadığı) gözlenmiştir. Bu durum bizi Dalton atom modelinin içerdiği (Belirli bir elementin bütün atomları, büyüklük ve kütle bakımından aynıdır) varsayımı ile uyumadığı sonucuna götürmektedir (parantez içindekiler öğrencilerin çalışma kağıdında boş bırakılan yerlerdir).

İzotop Atom:

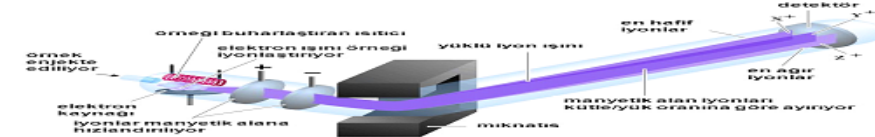
İzotop Atom Örnekler (2 adet):

Kütle spektrometresinin kullanım alanları:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.



Şekil-1. Kütle spektrometresi



Şekil-2. Kütle spektrometresi çalışma şeması

5. HAFTA

Bohr Atom Modeli

Kazanımlar:

- Atom numarası, kütle numarası ve izotop kavramları tanıtılır.
- Bohr atom modeli atomların absorpladığı/yaydığı ışınlar (hesaplamalara girilmeden sadece ışın absorplama/yayma) ile ilişkilendirilir.
- Bohr atom modelinin sınırlılıkları belirtilerek modern atom teorisinin (bulut modelinin) önemi belirtilir.

Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 7. sınıf Fen bilimleri dersinde maddenin görünmez küçük taneciklerden oluştuğunu öğrenmiş, atom olarak adlandırdıkları bu taneciklerle molekül, element, bileşik, saf madde kavramlarını ilişkilendirmiş, sürtme ile maddelerin farklı yüklerle yüklendiğini keşfetmiş durumdadır. Ayrıca öğrenciler; maddelerin farklı yüklerle yüklenmesinden yola çıkarak atomların proton, nötron ve elektronlardan oluştuğunu kavramışlardır.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Maddelerin makro düzeydeki özelliklerini anlamaya temel oluşturan mikro yapıyı ana hatlarıyla ele alarak, bu yapının gözlenebilir özelliklere nasıl yansıdığını açıklamak ve söz konusu ilişkileri ifade ederken temel olan kavramları tanıtmaktır.

Değişkenlerle ilişkisi: Beşinci hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde beşinci hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:

Öğrencilere Kadir Has stadına daha önce hiç gidip gitmedikleri sorulur. Gitmiş olan öğrencilere "Kadir Has stadını atom olarak düşünürsek çekirdeği stat içinde hangi nesne olarak tanımlarsınız?" sorusu yöneltilerek atom hacmi ile çekirdek hacmini karşılaştırmaları istenir.

2. Keşfetme- Açıklama:

Öğrencilerin iki hafta önce verilen "Atomun yapısını oluşturan taneciklerden olan proton, nötron ve elektronu özelliklerini karşılaştırarak bir ürün tasarlama" ödevini sunmaları istenir. Öğrencilerin tasarladıkları ürünler üzerinden proton, nötron ve elektronun özellikleri karşılaştırmalı olarak irdelenir. Öğrencilerin bu yolla taneciklerin özelliklerini ve taneciklere ait yük/ kütle gibi büyüklüklerin ne anlama geldiğini kendilerinin keşfetmesi sağlanır.

Proton, nötron ve elektrona ait yük- kütle bilgileri tahtaya tablo halinde yansıtılır.

Tanecik	Simgesi	Yük (C)	Birim yük	Kütlesi
Proton	p	$+1,6022.10^{-19}$	$+1$	$1,6726.10^{-24}$
Nötron	n	0	0	$1,6749.10^{-24}$
Elektron	e	$-1,6022.10^{-19}$	-1	$9,1096.10^{-28}$

Bu tablodan yola çıkarak öğrencilerin karşılaştırma örnekleri vermeleri sağlanır (Örneğin, atom hacmi Kadir Has stadı ise çekirdeğin hacmi ancak bu stadın ortasındaki başlama vuruşunu temsil eden beyaz noktadaki bir sinek kadardır).

Öğretmen "Rutherford' un varsayımlarına geri dönecek olursak hangi taneciğin bir elementin bütün atomlarında aynı olması gerekir. Yada bir başka ifadeyle elementlerin farklı özelliklerde olmasına sebep olan tanecik hangisidir?" sorusunu yönelterek, öğrencilerin Rutherford' un "Çekirdekdeki pozitif yük miktarı, bir elementin bütün atomlarında aynı, farklı elementin atomlarında farklıdır" varsayımını cevap olarak sunmaları ve bu varsayımdan yola çıkarak elementlerin farklı özellik göstermesinin proton sayılarının farklı olmasından kaynaklandığı cevabını vermeleri beklenir.

Öğretmen "Rutherford' un çalışmalarına geri dönersek, Rutherford çekirdekte protonun varlığını tespit etmesine rağmen her bir atom için proton sayısını belirleyememiştir. Geçen hafta verdiğiniz Henry Moseley adlı bilim adamı ile ilgili araştırmalarınıza göre proton sayısının nasıl belirlendiğini ve bir atomdaki proton sayısını belirlemenin neden önemli olduğunu söyleyebilir misiniz?" sorusunu sorar. Öğretmen öğrencilerin Henry Moseley ile ilgili araştırmalarını dinler. Öğretmen öğrencilerden gelen açıklamaları "Moseley yaptığı deneylerle her atomun çekirdeğinde ancak belirli sayıda proton bulunduğunu ve bu sayının atomlar için ayırt edici özellik olduğunu gösterdi. Ayrıca bir atomun çekirdeğindeki proton sayısına *Atom Numarası* adını verdi ve Z ile sembolize etti" şeklinde toparlar ve aşağıdaki eşitliği öğrencilerin oluşturmalarına rehberlik eder.

Atom numarası = Proton sayısı = Elektron sayısı = Çekirdek yükü

Kütle spektrometresi ile ilgili geçen hafta verilen çalışma kağıdı üzerinde öğrencilerin konuşması sağlanır. Araştırma sonuçlarına dayanarak öğrencilerin "Sizce kütle spektrometresinin keşfi ile bilim dünyasında atomun yapısı ile ilgili ne tür gelişmeler yaşanmış olabilir?" sorusunu öğrencilerin "İzotop atomun varlığı tespit edilerek Dalton atom modelinin "Bir elementin bütün atomları aynıdır" ifadesi çürütülmüştür" şeklinde cevaplamaları beklenir.

3. Derinleştirme:

Öğrencilere "Rutherford' un atom modeli ortaya atıldıktan sonra sizce atomun yapısı hakkında çalışmalar sonlanmış mıdır? cevabınız hayır ise siz Rutherford ' un atom modelini geliştirmek, eksik yönlerini bulmak ve bu modele eklemeler yapmak için ne yapardınız, kendinize hangi soruları sorardınız?" soruları sorularak onlara bilimin sabit olmadığı ve değişip gelişebildiği vurgusu yapılır. Ayrıca yönlendirici sorularla öğrencilerin Rutherford atom modelinin yetersiz kaldığı kısımları kendilerinin bulması sağlanır.

Öğrencilerden gelen cevaplara göre Rutherford atom modelinin yetersizlikleri:

- Atomdaki elektronların hareketini açıklayamamıştır.
- Elektronların niçin çekirdek üzerinde durmadığını açıklayamamıştır (Rutherford ve diğer bilim adamları, elektronların çekirdek etrafında dairesel yörüngelerde dolandıklarını

belirttiler. Bu durumda pozitif yüklü protonun, negatif yüklü elektronu çekmesi, elektronun ise çekimini yenebilmek için daha hızlı dönmesi gerekir. Bu dönme ile elektronlar enerji kaybeder, gittikçe daha hızlı döner ve spiraller çizerek çekirdeğe düşmesi gerekir).

- Nötronlardan bahsetmemiştir.
- Atomların yaydığı spektrumların açıklamasında yetersiz kalmıştır.

Öğretmen öğrencilere "Atomun yapısını aydınlatmak ve Rutherford atom modelinin eksikliklerini gidermek için Max Planck (Meks Plenck)'in kuantum hipotezinden ve hidrojenin ışına spektrumundan yararlanan Niels Bohr (Nıılz Bor), Bohr Atom Modeli'ni ortaya koymuştur. Bohr ilk olarak elektronun çekirdek etrafındaki davranışını merak etmiş ve hidrojen elementinin yapısını incelemiş çalışmalarını bu çerçevede şekillendirmiştir.

Daha sonra öğretmen "Ancak Bohr atom modelini anlamak için ışığın doğası ile ilgili bazı ön bilgilere sahip olmamız gerekir" açıklamasını yapar. Konu ile ilgili öğrencilerin araştırma yaparak tamamladıkları çalışma kağıdı (Etkinlik 5.1) üzerinden ışığın yapısını öğrencilerin açıklaması ve ilgili soruları cevaplama sağlanır.

Etkinlik 5.1: Bohr Atom Modeli

Bohr atom modelini anlamak için ışığın yapısını bilinmelidir, bunun içinde aşağıdaki kavramlardan yararlanır.

Elektromanyetik ışınma:

Elektromanyetik ışınma türleri:

Dalga boyu (λ):

Frekans (ν):

Işık hızı (c):

Spektrum:

Görünür ışık:

Sürekli (kesiksiz) spektrum:

Örnek;

Çizgi (kesikli) spektrumu:

Örnek;

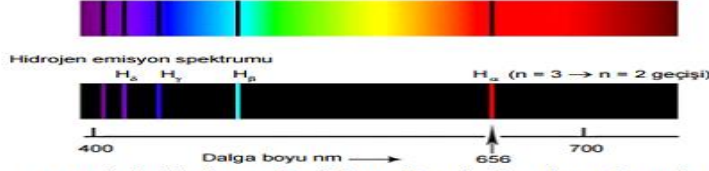
Işınma (emisyon) spektrumu:

Absorbsiyon (soğurma) spektrumu:

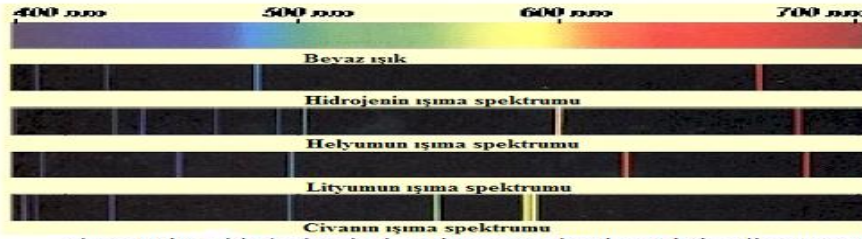
Sorular:

1. Hidrojen elementi için verilen ışınma ve absorpsiyon spektrumlarına bakarak aradaki benzerlik ve farklılıkları yorumlayınız.

Hidrojen absorpsiyon spektrumu



2. Aşağıda farklı elementler için verilen çizgi spektrumlarını inceleyiniz. Spektrumların birbirine benzeyip benzemediğini, fark var ise bunun ne anlama geldiğini yorumlayınız.



3. Sizce Bohr Hidrojenin çizgi spektrumunu inceleyerek kendi atom modelini nasıl oluşturmuş olabilir? Sizce Bohr gibi düşünerek "Bohr Atom Modelini" maddeler halinde yazınız.

4. Bohr atom modelini oluşturan varsayımları inceleyerek varsa sınırlılıklarını belirtiniz.

5. Modern atom modelinin ortaya çıkışında aşağıda ismi geçen bilim adamlarının atomun yapısının aydınlatılmasına olan katkılarını araştırınız ve kısaca yanlarındaki boşluğa özetleyiniz.

De Broglie:

Werner Heisenberg:

Erwin Schrödinger:

1. Yukarıda ismi geçen bilim adamlarının atomun yapısı ile ilgili açıklamalarından yola çıkarak "**Modern Atom Teorisine**" göre elektron.....

Buradan yola çıkarak öğrencilerin aşağıda ifade edilen sonuçlara ulaşması beklenir.

1. Bir atomun elektronları en düşük enerji seviyesinde bulunmak ister. Atom için bu hale "temel hal" denir. Temel halde bulunan atom ışıma yapmaz. Atomlar yüksek sıcaklığa kadar ısıtıldığında elektronlar daha yüksek enerji düzeyine geçer (absorbsiyon). Atom için bu hale uyarılmış hal denir. Atom kararsız olup yüksek enerjili bu halde uzun süre kalamaz. Atomun yapısındaki elektronlar yüksek enerji seviyesinden (uyarılmış hal) düşük enerji seviyesine (temel hal) geçerek enerji seviyeleri arasındaki enerji farkına eşit bir ışık yayarlar (emisyon).

2. Hidrojen elementi için ışıma ve absorpsiyon spektrumlarında yer alan siyah ve parlak çizgiler aynı dalga boyuna denk gelmekte ve spektrumlar birbiriyle örtüşmektedir. Dolayısıyla bir element atomu hangi dalga boyunda ışını absorbladıysa, ısıtıldığında o dalga boyunda ışımaya yapar.

Öğrencilerin farkındalıklarını arttırmak için parmak izi etkinliği öğrenci grupları ile gerçekleştirilir.

Etkinlik 5.2. PARMAK İZİ ELE VERDİ!

Zonguldak Meşrutiyet Mahallesi Karadeniz Apartmanı'nda yaşayan 23 yaşındaki Necla Sağlam, 24 Şubat 2015 tarihinde boğazı kesilmiş halde evinde ölü bulunmuştu. Önce başına poşet geçirilerek boğulan, ardından boğazı kesilen Necla Sağlam'ın evine tamir için girdiği belirlenen Tolga K., kuvvetli suç şüphesi ile gözaltına alındıktan sonra çıkarıldığı mahkemece tutuklanmıştı.

Olay yeri inceleme ekiplerince, Necla Sağlam'ın turnak arasından alınan DNA örneği ile boğulduğu poşet üzerinden alınan parmak izlerinin Ankara Adli Tıp Kurumu Kriminal Dairesi'nde yapılan incelemesinin sonuçlandığı bildirildi. Yapılan incelemede, Sağlam'ın turnak arasından alınan DNA örnekleri ile poşetteki parmak izlerinin katil zanlısı Tolga K. ile eşleştiği saptandı. (Milliyet.com.tr)»Gündem»Haber» Necla Sağlam'ın katilini DNA ele verdi, 22.04.2016 - 18:10)

Sevgili öğrenciler;



Parmak izlerinden kişinin belirlenmesinin nasıl gerçekleştiğini bulabilmek için oluşturulan küçük bir çalışma ekibi içinde yer almaktasınız. Bu problemi çözebilmek için öncelikli olarak aşağıda her bir grup elemanı için ayrılan kısma kaşe süngerini kullanarak parmak izinizi çıkarınız. Daha sonra araştırmanın devamı için aşağıdaki araştırma sorularını cevaplayınız.

Grup Adı:

Grup Elemanları:

İsim				
Parmak izi				

- Alınan parmak izlerinin aynı olup olmadığını belirtiniz.
- İkiz kardeşlerin parmak izleri aynı olabilir mi?
- Ekte verilen görsel incelendiğinde farklı atomların atom spektrumları ile ilgili olarak ne söyleyebilirsiniz?
- Farklı atomların atom spektrumlarının farklı olmasının nedeni ne olabilir? Açıklayınız.
 - Bu durum araştırmacılara hangi durumlarda yardımcı olabilir?
- Atom spektrumları ile insan parmak izleri birbirlerine hangi yönlerden benzerdir? Hangi yönlerden farklılaşmaktadır? Aşağıdaki tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

	
<p>Farklılıklar</p>	

Burada öğrencilerin elementler için ışıma ve absorpsiyon spektrumlarının karakteristik olduğu tıpkı parmak izi gibi her elementin kendine özgü dalga boyunda ışıma ve absorpsiyon yaptığı sonucuna ulaşmaları sağlanır.

1. Elektronlar, çekirdekdeki pozitif yüklerle aralarındaki elektriksel çekim kuvvetinin (Coulomb kuvveti) etkisiyle çekirdek etrafındaki dairesel yörüngelerde dolanırlar.

2. Bir atomda elektronlar çekirdek etrafında herhangi bir yerde değil, belli yarıçaplı dairesel yörüngelerde bulunabilirler. Elektronların bulunabileceği bu dairesel yörüngelere enerji seviyesi, (enerji düzeyi, enerji kabuğu) denir. Bu yörüngeler, çekirdeğe en yakın olandan, en uzak olana doğru ya K, L, M, N, O,..... gibi harflerle ya da 1, 2, 3,n gibi sayılarla gösterilir.

3. Çekirdekten uzaklaştıkça belli enerji seviyelerinde (kabuk) bulunan elektronların enerjisi artar. Elektronların enerjisi hiçbir zaman kabuklar arası bir enerji değerinde olamaz. Öğrencilerin Bohr atom modelini oluşturan varsayımları tek tek irdelemesi sağlanır. Daha sonra öğrencilere "Sizce elektronlar Bohr'un bahsettiği gibi belli enerji seviyesinde (kabuk) yer alıyor olabilir mi? Bohr'un ortaya koyduğu bu atom modelinde hayal gücünü ve yaratıcılığını kullanmış olabilir mi? Örneğin siz olsaydınız enerji seviyesi (kabuk) yerine nasıl bir benzetme kullanırdınız? Bu benzetmede Bohr 'un ve sizin ön bilgilerinizin farklı olmasının, kültürlerinizin farklı olmasının bir rolü olmaz mı?" şeklinde sorular sorularak öğrencilerin konu ile ilgili düşünceleri sağlanır.

Öğretmen " Sizce Bohr atom modeli atomun yapısını açıklamak için yeterli midir? Varsa eksiklikleri veya sınırlılıkları neler olabilir?" sorusunu öğrencilere yöneltir. Öğrencilerin "atom üç boyutlu bir yapıya sahip olduğu için elektronların iki boyutlu dairesel yörüngelerde bulunamayacağını, elektron gibi küçük bir tanecik için net bir konum belirlemenin mümkün olmayacağını ve Bohr atom modelinin sadece tek elektronlu sistemleri açıklayabildiğini" şeklinde sonuçlara ulaşmaları sağlanır.

Öğretmen Bohr' un atomun yapısını açıklayan düşüncelerinin yetersiz kaldığı ortaya çıkınca yeni bir teorinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur açıklamasını yapar. Öğrencilerin daha önce verilen çalışma kağıdında yer alan bilim adamları (De Broglie, Wemer Heisenberg ve Erwin Schrödinger) ile ilgili olarak konuşmaları ve atomun yapısının aydınlatılması konusundaki katkılarını tartışmaları sağlanır. Öğretmen öğrencilerin ifadelerini tahtaya maddeler halinde yazarak konuyu toparlar. Buna göre öğrencilerin ifadelerinin aşağıdaki gibi olması beklenir.

- Wemer Heisenberg; elektron gibi küçük bir taneciğin aynı anda hızının ve konumunun belirlenmesi imkansızdır. Bu değerlerden biri ne kadar duyarlılıkla belirlenirse, diğeri o kadar belirsizleşir (Heisenberg belirsizlik ilkesi).
 - De Broglie; ışığın hem dalga hem tanecik özelliği olduğunu, elektronun ve diğer taneciklerin dalga özelliğine sahip olduğunu önermiştir.
 - Erwin Schrödinger; elektronun dalga özelliğini tanımlamış ve bunun sonucunda modern atom teorisi geliştirilmiştir.
 - Modern atom teorisine göre; elektron belli enerjiye sahip yörüngelerde bulunamaz. Bunun yerine elektronun bulunma olasılığı olan hacimsel bölgelerden bahsedilir. Çekirdekten uzaklaştıkça elektronun bir bölgede bulunma olasılığı azalır.
- Modern atom teorisinin ile ilgili ayrıntılı olarak 11. Sınıfta ele alınacağı ifade edilerek konu sonlandırılır.

4. Değerlendirme:

Öğrencilere 1. hafta verilen "Atomun Tarihsel Gelişimi ve Atom Modelleri ile İlgili Farklı Materyaller Kullanarak Tasarım Oluşturma" adlı proje çalışması değerlendirilir. Öğrencilerin yaptıkları modeller incelenerek gerçeğe uygunluk, pratiklik, görsellik ve orijinallik açısından değerlendirilir ve en başarılı ilk beş çalışma seçilerek fen koridorunda sergilenir.

STEM Eğitiminde Mühendislik Disiplini Temel Alarak Tasarlanan Proje Yönergeleri		
Proje-1.		
Öğrencinin;		
Adı Soyadı: Sınıf:	Ara	Kontrol
Tarihi: .../.../2016		
Teslim Tarihi	.../.../2016	
Proje Konusu: Atomun Tarihsel Gelişimi ve Atom Modelleri ile İlgili Farklı Materyaller Kullanarak Tasarım Oluşturma		
Problem durumu: Atomun tarihsel gelişimi ve atom modelleri ile ilgili farklı materyaller kullanarak en gerçekçi, pratik, görsellerle zenginleştirilmiş ve orijinal tasarım nasıl yapılır? Sevgili öğrenciler,		
Bu projede sizlerden yukarıda belirtilmiş olan problemle ilgili olarak atomun tarihsel gelişimi ve atom modelleri ile ilgili araştırma yaparak, bu araştırma sonuçlarına dayanarak bir ürün tasarlamaz ve tasarımınızı sınıfta sunmanız beklenmektedir. Tasarlamamız beklenen ürün türünde tamamen serbest çalışabilir ve hayal gücünüz ile farklı tasarımlar (tarih şeridi, maket, model, oyun, şema vb.) yapabilirsiniz. Çalışmanızı aşağıdaki yönergeye göre hazırlayınız.		
YÖNERGE:		
1.	Çalışma için verilen süre 4 hafta olup, teslim tarihinde mutlaka çalışmaların teslim edilmesi gerekmektedir. Aksi halde çalışmanız değerlendirme dışında bırakılacaktır.	
2.	Çalışmalar gerçeğe uygunluk, pratiklik, görsellik ve orijinallik açısından değerlendirilerek en başarılı ilk beş çalışma seçilerek fen koridorunda sergilenecektir.	
3.	Projeleri hazırlarken çeşitli kaynaklardan (internet, ansiklopedi, dergi,vb...) yararlanabilirsiniz, fakat çalışmayı <u>tamamıyla kendinizin yapması</u> istenmektedir. Aksi bir durum tespit edildiğinde çalışmanız değerlendirmeye alınmayacaktır.	
4.	Proje ürününü bir proje raporu ile birlikte teslim tarihinde ders öğretmenine teslim ediniz.	
5.	Çalışmanız proje değerlendirme ölçeğinde verilen ölçütlere göre değerlendirileceğinden projenizi hazırlarken formda belirlenen ölçütlere uymalısınız .	
Proje Değerlendirme Ölçeği:		
	Değerlendirme Ölçütleri	Puan
1	Kaynak Çeşitliliği	5 puan
2	Zamanı iyi kullanma	5 puan
3	Projenin Kullanışlılığı	5 puan
4	Projenin Orijinalliği	5 puan
5	Projenin ve proje içeriğinde yer alan temel kavram ve bilgilerin doğruluğu	5 puan
6	Proje raporunun düzeni, görünüşü, yazım kurallarına uygunluğu	5 puan
	Toplam	30 puan
Not:		
1. Her başlık 5 puan üzerinden değerlendirilecektir.		
2. Değerlendirme kriteri : (çok iyi : 4) (İyi : 3) (Orta : 2) (Yetersiz : 1)		
3. Puanlar: (30-25 arası : çok iyi) (24-19 arası : iyi) (18-13 arası : orta) (12-7 arası : yetersiz)		

6. HAFTA

Periyodik Sistem

Kazanımlar:

- Periyodik sistem üzerine ilk çalışmalar belirtilerek, Mendeleyev'in ilk periyodik sisteminin oluşum mantığı verilir.
- Modern periyodik sistemde gruplar ve periyotlar açıklanır.

Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 7. ve 8. sınıf Fen bilimleri dersinde Periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin (altın, gümüş, bakır, çinko, kurşun, civa, platin, demir ve iyot) isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını öğrenmiştir.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Elementlerin periyodik sistemdeki yerleşim esaslarını ve tarihsel gelişimini açıklamaktır.

Değişkenlerle ilişkisi: Altıncı hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt

boyutları çalışmanın yöntem bölümünde altıncı hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:



Resimler tahtaya yansıtılıp öğrencilere gösterilir ve bu resimlerin neyle ilgili olabileceği sorularak derse dikkatleri çekilir.

2. Keşfetme:

Öğrenci gruplarına birbirinden farklı yirmi nesnenin bulunduğu kartlar verilerek bu nesnelere sınıflandırmaları istenir. Birbirine ilişkili/ ilişkisiz yirmi nesnenin bulunduğu çalışma kartları öğrenci gruplarına verilir. Öğrencilerden resimleri belirledikleri bir kritere göre farklı sınıflamalar yapmalarını istenir (Etkinlik 6.1).

Etkinlik 6.1: HAYDİ BENZERLİKLERİ BULALIM!

Aşağıda verilen madde örneklerini en az üç grup oluşturacak şekilde gruplandırınız. Gruplandırma yaparken nelere ve maddeler arasındaki hangi benzerliklere/ farklılıklara dikkat ettiğinizi yazınız.



1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup	5. Grup	6. Grup

Sınıflandırma yapılırken dikkat edilen benzerlik ve farklılıklar:

Sorular:

1. Maddeleri sınıflandırmaya neden ihtiyaç duyarız?
2. Sizce bilim insanları elementleri neden sınıflandırmaya ihtiyaç duymuş olabilirler?
3. Elementleri bir tablo üzerinde sınıflandırmak bize ne tür kolaylıklar sağlar?
4. Siz elementleri sınıflandırmak isteseydiniz, elementlerin hangi özelliklerini dikkate alırsınız ve nasıl bir sınıflandırma yapardınız. Mümkünse çizerek açıklayınız.

Sınıflama yaparken de grup içinde tartışarak nesnelere her birinin bilinen fiziksel/ kimyasal özelliklerini resimlerin arkasına not etmeleri istenir. Verilen süre sonunda öğrencilerin yaptıkları farklı sınıflama örneklerinin grup olarak sunmaları sağlanır. Sunumlar sırasında diğer grupların değerlendirme yaparak fikirlerini ifade etmeleri sağlanır. Böylece sınıf içindeki tüm öğrencilerin sürece katılmaları sağlanır. Öğrencilere sınıflandırma yaparken nelere dikkat ettikleri ve sınıflama yapmanın bize ne tür faydaları olabileceği sorulur. Öğrencilerden gelen cevaplar öğretmen tarafından tahtaya yazılır. Etkinlik sonunda öğrencilere bilim adamlarının da onlar gibi elementleri sınıflandırmak için çeşitli fikirler ortaya attıkları ve tasarımlar gerçekleştirdikleri ifade edilir.

JOHN NEWLANDS(1837- 1898)

Newlands, Londra'da doğmuştur. Babası İskoç Presbiteriyen papazı, annesi ise İtalyandır. Babası tarafından evde eğitim almış ve okumak için Kraliyet Kimya Koleji (Royal College of Chemistry)'ne gitmiştir. Sosyal reform ile ilgilenmiş ve Giuseppe Garibaldi'ye 1860'da gönüllü olarak İtalya'yı birleştirme seferine hizmet etmiştir. Londra'ya 1864'de geri döndüğünde analitik kimya alanında pratik yapmış, 1868'de ise James Duncan'ın şeker rafinerisinde kimya şefi olmuştur, orada işlem sayıları hakkında fikir öne sürmüştür. Ardından rafineriden ayrılarak kardeşi Benjamin ile analitik kimya hakkında çalışmaya devam etmiştir. Newlands atomların kütlelerine göre sıralayan ilk kişidir. 1865'te "Oktav kanunu" isimli çalışmasını yayınlamıştır. Oktav kanununa göre, kendini takip eden sekizinci elementin davranışları birinci elementin davranışına uyar. Newlands bilinen tüm elementleri yedi gruba ayırmıştır. "Bir numaralı elementten sonra gelen sekizinci element ilk elementin bir çeşit tekrarıdır; tıpkı müzikte bir bir oktavın sekizinci sesi gibi..." Oktav Kanunu önce kabul edilmemiş fakat Dmitri Mendeleev ve Lothar Meyer'in çalışmaları ile kabul görmüştür. John Newlands 29 Haziran 1898'de kendi evi olan Lower Calapton'da ölmüştür.

- Newlands elementlere pozisyon numarası veren ilk kişidir. Bu kavram günümüzde hangi terime karşılık gelmektedir?
- Newlands'ın çalışmasına "Oktav kanunu" denmesinin nedeni ne olabilir? (Cevabınızı bilimin gelişimi ve bilim adamlarının rolü açısından değerlendiriniz).
- Newlands hangi açılardan eksik ve yetersiz kalmıştır?
- Çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıktan faydalanmış olabilir mi? Örnek veriniz.
- Çalışmalarında kişisel özellikleri ve içinde bulunduğu toplum etkili olmuş olabilir mi? Örnek veriniz.

Dimitri Mendeleev

Modern sisteme en yakın sınıflandırma Julius Lothar Meyer ve Dimitri Mendeleev tarafından yapılmıştır. Meyer elementleri atom kütlelerine göre sıraladı. Mendeleev de bağımsız olarak benzer bir çalışma yapıp elementlerin atom kütlelerine göre sıralandığında düzenli (periyodik) özellikler gösterdiğini gözlemledi. Mendeleev bilinen 63 elementi atom ağırlığına göre sıralamış, fiziksel ve kimyasal özellikleri benzeyen elementleri aynı grupta sıralamayı başarmıştır. Ayrıca Mendeleev o güne kadar bulunamayan elementlerin (Ga, Sc ve Ge) yerlerini boş bırakmış bu elementlerin ileride bulunacağından söz etmiştir. Mendeleev'in periyodik sisteminde bazı gariplikler de vardır. Elementler, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre gruplandırılarak uygun yerlere yerleştirildiğinde kimi ağır atomlar daha ön sıralarda yer almıştır (Örneğin argon-kripton gibi). Daha sonraki yıllarda elementlerin bu şekilde sınıflandırılmasının doğru olmayacağı gerçeği ortaya çıkmaya başlamıştır.

- Mendeleev'in oluşturduğu periyodik sistemde elementler hangi kritere göre yerleştirilmiştir?
- Mendeleev'in oluşturduğu periyodik sistem günümüzde kullanılan periyodik sisteme benzemekte midir? Cevabınız hayır ise nedenleri üzerinde durarak açıklayınız.
- Siz sınıflandırma çalışmaları yapan bir bilim insanı olsaydınız Mendeleev'in oluşturduğu periyodik sistemle ilgili ne tür eksiklikler belirler ve bu eksiklikleri gidermek için nasıl çalışmalar yapardınız?
- Çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıktan faydalanmış olabilir mi? Örnek veriniz.

Çalışmalarında kişisel özellikleri ve içinde bulunduğu toplum etkili olmuş olabilir mi? Örnek veriniz.

Bu yolla öğrencilerin Döbereiner, Johan Newlands, Julius Lothar Meyer ve Dimitri Mendeleev'in çalışmalarını ve bu çalışmaların periyodik sistemin ortaya çıkışı ile gelişimine katkılarını kendilerinin keşfetmesi sağlanır (Konu ile ilgili diğer önemli çalışma olan Moseley'nin çalışmalarına ait öğrencilerin önceki derslerden bilgileri olduğu için Moseley çalışma kağıdına alınmamıştır. Konu içinde öğrencilerin eski bilgilerini hatırlamaları sağlanarak Moseley'nin periyodik sistemin gelişimine katkısı ayrıca ifade edilecektir). Öğrencilere verilen çalışma kağıdı ile öğrencilerin konu ile ilgili araştırma yapmaları ve ilgili soruları cevaplamaları beklenmektedir.

Çalışma kağıdına ek olarak Mendeleev'in periyodik sistemle ilgili çalışmalarına yeniden dönülerek Mendeleev'in ilk periyodik sisteminin oluşum mantığını öğrencilerin irdelemesi sağlanır.

Konu ile ilgili olarak öğrencilere video izlettirilir (URL 16). Video sonunda öğrencilere "Mendeleev'in oluşturduğu periyodik sistemde elementler hangi kritere göre yerleştirilmiştir?", "Mendeleev'in oluşturduğu periyodik sistem günümüzde kullanılan periyodik sisteme benzemekte midir?", "Konu ile ilgili araştırmalarınıza göre Mendeleev'in oluşturduğu periyodik sistemin eksik yönleri neler olabilir?" yönlendirici soruları sorularak

öğrencilerin Mendeleev'in ilk periyodik sisteminin oluşum mantığını kendi cümleleri ile ifade etmeleri sağlanır. Ayrıca Mendeleev'in periyodik sistem örneği yansıtılarak grupların soruları cevaplarken bu görselden yararlanabilecekleri söylenir.

Çalışma kağıdındaki sorular cevaplandıktan sonra öğrencilere aşağıdaki sorular yöneltilerek kendi cümleleri ile açıklamaları istenir. Yapılan sınıf tartışması ile öğrencilerin aşağıdaki sonuçlara ulaşması öngörülmektedir.

- Periyodik sistemin tarih içindeki gelişimi dikkate alındığında bilimsel bilginin değişebilirliği hakkında ne söyleyebilirsiniz? Örnekler veriniz (İlk periyodik sistemde elementler atom kütlelerine göre yerleştirilmiştir. Sonraları elementlerin atom numarasına göre yerleştirilmesi gerektiği fikri ortaya atılmıştır. Ayrıca yeni keşfedilen elementlerle birlikte periyodik sistemin genel görüntüsü de değişmiştir).
- Periyodik sistemin tarih içindeki gelişimi dikkate alındığında bilimsel bilgilerin deney ve gözlemlerden oluşumu hakkında ne söyleyebilirsiniz? Örnekler veriniz (Bilimsel bilgi durağan olmayıp yeni gelişmelerle değişmekte ve gelişmektedir. Bilim adamlarının yaptıkları deney ve gözlemler sonucunda yeni keşifler ortaya çıkmaktadır. Moseley, X ışınları frekansı ile elementlerin çekirdeklerindeki yük sayısı ve Mendeleev'in periyodik tablosundaki yerleri arasında bir ilişki olduğunu tespit etmiş ve bilinen tüm elementlerin atom numaralarını hesaplamıştır. Moseley'nin tespitinden de yararlanarak periyodik sistem yeniden düzenlenmiştir).
- Periyodik sistemin tarih içindeki gelişimi dikkate alındığında bilimsel bilginin gözlemlere ve çıkarımlara dayalı olması hakkında ne söyleyebilirsiniz? Örnekler veriniz (ilk periyodik sistem çalışmaları gözlem ve çıkarımlara dayanır. John Newlands 1864'te elementleri atom ağırlıklarına göre sıraladığında her yedi elementten sonra gelen sekizinci elementin özelliğinin baştaki elementin özelliğine benzediğini gözlemlemiştir).
- Periyodik sistemin tarih içindeki gelişimi dikkate alındığında bilimsel bilginin değişim ve gelişimine bilim insanının kişisel özelliklerinin etkisi hakkında ne söyleyebilirsiniz? Örnekler veriniz (Periyodik tablo, Mendeleev'in yorumculuğu ve keşifliğinin bir ürünüdür. Mendeleev'in çalışmaları 25 büyük kitaptan oluşur. Mendeleev, 70 kadar akademi ve ilim topluluğunun üyesi idi. Kendi deyimiyle onun birinci hizmeti ilmi araştırmaları, ikincisi ise öğretmenlikti).
- Periyodik sistemin tarih içindeki gelişimi dikkate alındığında bilimsel bilginin sosyokültürel değerlerden etkilenmesi hakkında ne söyleyebilirsiniz? Örnekler veriniz (Newlands, Londra'da doğmuştur. Babası İskoç Presbiteryen papazı, annesi ise İtalyandır. Babası tarafından evde eğitim almış ve okumak için Kraliyet Kimya Koleji (Royal College of Chemistry)'ne gitmiştir. Sosyal reform ile ilgilenmiş ve Giuseppe Garibaldi'ye 1860'da gönüllü olarak İtalya'yı birleştirme seferine hizmet etmiştir. Londra'ya 1864'de geri döndüğünde analitik kimya alanında pratik yapmış, 1868'de ise James Duncan'ın şeker rafinerisinde kimya şefi olmuştur, orada işlem sayıları hakkında fikir öne sürmüştür. Ardından rafineriden ayrılarak kardeşi Benjamin ile analitik hakkında çalışmaya devam etmiştir).
- Bilimsel bilginin değişim ve gelişim sürecinde yaratıcılık ve hayal gücünün etkisi (Dimitri Mendeleev 1869 yılında kimyasal elementlerin atomik ve kimyasal özelliklerine göre sıraladığı periyodik tablosunu yayınlamadan önce bu elementleri organize edeceği örüntünün mantığını bulmada zorlandığı dönemde masasında uyuya kalmış ve elementlerin sıralamasını rüyasında görmüştür. "Rüyamda tüm elementlerin tabloda olması gereken yerde olduğunu gördüm. Uyandığımdaya hepsini hemen bir kâğıt parçasına yazdım, sadece bir yerdeki elementi düzeltmem gerekti").

4. Derinleştirme:

Öğrencilere "Keşfetme- Açıklama" kısımlarında bahsedilen periyodik sistemin tarihsel gelişim sürecinde sınıflandırma yapılırken elementlerin deney veya gözlem yoluyla belirlenen fiziksel/ kimyasal özelliklerinin dikkate alındığı" ifade edilir. Daha sonra öğrencilere "4D element uygulaması" etkinliği yaptırılarak öğrencilerin bazı elementlerin fiziksel/ kimyasal özelliklerini kendilerinin gözlemleyerek not etmeleri sağlanır. 4D element uygulaması"

etkinliği için, öğrencilere 4D blok elementlerinin kendi çıktıkları verilmelidir. Altı farklı sayfa olduğundan, her bir öğrenciye makas ve yapıştırıcıların yanı sıra bireysel bir sayfa verilmelidir böylece her bir öğrenci kendi 4D blok elementlerini oluşturmak için fırsata sahip olur. Öğrenciler bloklarını oluşturur oluşturmaz, kendi gruplarında blokların geçişine yön vermelidir. Her bir öğrenci önündeki bloklar üzerine altı elementi yerleştirmelidir ve bu elementleri periyodik tablo üzerinde vurgulamalı veya daire içine almalıdır ve sağındaki öğrenciye bloğu vermelidir. Bu altı kez tekrarlandıktan sonra her öğrenci periyodik tablo üzerinde vurgulanan veya daire içine alınan otuz altı elemente sahip olur. Öğrenciler 4D element bloklarında görüntülenen otuz altı element ile ilgili hangi elementin başka bir elementle bileşik oluşturacağı hakkında tahminde bulunur ve etkinlik 6.3`ü dolduracaklardır.

Etkinlik 6.3: 4D element uygulaması (Ergun, 2017)

Tarih:		Grup Adı:				
Element 1 Kalsiyum	4D de neye benziyordu? Donmuş bir süt bloğu veya büyük bir buz parçası gibi görünüyordu.	Element 2 Oksijen	4D de neye benziyordu? Yarı saydam ve gözle görülmez	Bileşik Formu Kireç Kalsiyum Oksit	4D de neye benziyordu? Beyaz toz halinde bir madde	Elektronların davranışı Oksijen kararlı oktet yapısına kavuşmak için iki elektron kazanırken kalsiyum iki elektron kaybetti

5. Değerlendirme:

Ders sonunda öğretmen öğrencilerden birlikte öğrencilerin ellerinde yer alan periyodik sistemden yararlanarak günümüzde geçerli olan modern periyodik sistemin özelliklerini ellerindeki çalışma kağıdına göre sıralamaları istenir.

Öğrencilerden proje çalışması olarak farklı materyaller kullanarak periyodik sistem tasarımı oluşturmaları istenir. Bu çalışma için 3 hafta süre verilerek süre sonunda projelerini sunmaları istenir.

Proje-3.

Öğrencinin:

Adı Soyadı:

Sınıf:

Ara:

Kontrol:

Tarihi: .../.../2016

Teslim Tarihi: .../.../2016

Proje Konusu: Farklı Materyaller Kullanarak Periyodik Sistem Tasarımı Oluşturma.

Problem durumu: Farklı Materyaller Kullanarak en gerçekçi, pratik, görsellerle zenginleştirilmiş ve orijinal Periyodik Sistem Tasarımı nasıl yapılır?

Sevgili öğrenciler,

Bu projede sizlerden yukarıda belirtilmiş olan problemle ilgili olarak Periyodik Sistemin ortaya çıkış amacı, tarihsel gelişimi ve günümüzde geçerli olan periyodik sistemin özellikleri ile ilgili araştırma yaparak, bu araştırma sonuçlarına dayanarak bir ürün tasarlamanız ve tasarımınızı sınıfta sunmanız beklenmektedir. Tasarlamamız beklenen ürün türünde tamamen serbest çalışabilir ve hayal gücünüz ile farklı tasarımlar (farklı nesnelere kullanım, tarih içindeki değişimi, maket, model, oyun, şema vb.) yapabilirsiniz. Çalışmanızı aşağıdaki yönergeye göre hazırlayınız.

YÖNERGE:

1. Çalışma için verilen süre 4 hafta olup, teslim tarihinde mutlaka çalışmaların teslim edilmesi gerekmektedir. Aksi halde çalışmanız değerlendirme dışında bırakılacaktır.
2. Çalışmalar gerçeğe uygunluk, pratiklik, görsellik ve orijinallik açısından değerlendirilerek en başarılı ilk beş çalışma seçilerek fen koridorunda sergilenecektir.
3. Projeleri hazırlarken çeşitli kaynaklardan (internet, ansiklopedi, dergi,vb...) yararlanabilirsiniz, fakat çalışmayı tamamıyla kendinizin yapması istenmektedir. Aksi bir durum tespit edildiğinde çalışmanız değerlendirmeye alınmayacaktır.
4. Proje ürününü bir **proje raporu** ile birlikte teslim tarihinde ders öğretmenine teslim ediniz.
5. Çalışmanız **proje değerlendirme ölçeğinde** verilen ölçütlere göre değerlendirilince projenizi hazırlarken formda belirlenen ölçütlere uymalısınız.

Proje Değerlendirme Ölçeği:

Değerlendirme Ölçütleri	Puan
1 Kaynak Çeşitliliği	5 puan
2 Zamanı iyi kullanma	5 puan
3 Projenin Kullanışlılığı	5 puan
4 Projenin Orijinalliği	5 puan
5 Projenin ve proje içeriğinde yer alan temel kavram ve bilgilerin doğruluğu	5 puan
6 Proje raporunun düzeni, görüntüsü, yazım kurallarına uygunluğu	5 puan
Toplam	30 puan

Not:

1. Her başlık 5 puan üzerinden değerlendirilecektir.

2. Değerlendirme kriteri : (çok iyi : 4) (İyi : 3) (Orta : 2) (Yetersiz : 1)

3. Puanlar: (30-25 arası : ÇOK İYİ) (24-19 arası : İYİ) (18-13 arası : ORTA) (12-7 arası :

YETERSİZ)

Ayrıca "benim favori elementim" proje çalışması da öğrencilere verilerek, öğrencilerin seçtikleri bir elementle ilgili olarak bir ürün tasarımları ve 2 hafta sonunda projelerini sunmaları istenir.

Proje-4. Benim favori elementim”

Amaç: Periyodik sistemde yer alan ilk yirmi element ile günlük hayatta yaygın olarak kullanılan elementlerden birini seçerek özgün bir ürün oluşturmak.

Prosedür: periyodik sistemde belirtilen elementlerden biri seçilerek, bu seçilen elementle ilgili olarak farklı bir ürün tasarlanacaktır. Tasarlanması beklenen ürün örneğin; elementle ilgili ve o elementin fiziksel/ kimyasal özelliklerini anlatan bir hikaye, şiir, şarkı, poster veya üç boyutlu bir model olabilir.

Projesi hazırlarken dikkat edilecekler:

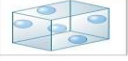
1. Projeniz seçtiğiniz elementle ilgili doğru bilimsel bilgiler içermeli,
2. Projeniz seçtiğiniz elementle ilgili açıklama ve detaylar içermeli,
3. Proje olarak tasarlanan ürün kesinlikle kopya olmamalı, orijinal olmalı,
4. Proje sonunda mutlaka bir ürün oluşturulmalı (şiir, hikaye, model vb.),
5. Projede mutlaka görsellerden yararlanılmalı,
6. Proje zamanında teslim edilmelidir.

Süre: Proje hazırlama süresi 2 haftadır.


Değerlendirme:

Ayrıca konu sonunda öğrencilerin öğrendiklerini pekiştirmek amacıyla öğrencilere hazırlanan Etkinlik 6.4 çalışma kağıdı verilir.


Elementleri ne kadar yakından tanıyoruz?



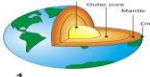
Kaç element oda koşullarında gaz halindedir?



Hangi elementler manyetik özellik gösterir?




Hangi elementler oda koşullarında sıvı halindedir?




Yer kabuğunda en çok yer alan seçilebilir element hangileridir?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.




İnsan vücudunda en çok bulunan on element hangileridir?


- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.




Radyoaktif elementlerden atom numarası en küçük olan hangisidir?



Pillerde kullanılan element hangisidir?




Bisiklet üretiminde hangi element kullanılır?




Soy metal olarak adlandırılan elementler kimlerdir?


- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.




Boya yapımında kullanılan element hangisidir?



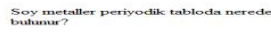
Yumurtada en çok bulunan element hangisidir?



Kemiklerde ağırlıklı olarak hangi element bulunur?



Yapraktan yapısında bulunan klorofilde bulunan element hangisidir?



Soy metaller periyodik tabloda nerede bulunur?

7. HAFTA

Periyodik Sistem

Kazanımlar:

- Modern periyodik sistemde gruplar ve periyotlar açıklanır.
- Atomların katman-elektron dizilimleriyle periyodik sistemdeki yerleri arasında ilişki kurulur (en hafif 20 element esastır).
- Elementler; metaller, ametaller, yarı-metaller ve asal gazlar olarak sınıflandırılır.

Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 7. ve 8. sınıf Fen bilimleri dersinde grup, periyot, periyodik sistemin sınıflandırılması, periyodik sisteme duyulan ihtiyaç ve periyodik sistemin oluşturulma süreci ayrıntıya girilmeden vurgulanmıştır.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Maddelerin makro düzeydeki özelliklerini anlamaya temel oluşturan mikro yapıyı ana hatlarıyla ele alarak, bu yapının gözlelenebilir özelliklere nasıl yansıdığını açıklamak ve söz konusu ilişkileri ifade ederken temel olan kavramları tanıtmaktır.

Değişkenlerle ilişkisi: Dördüncü hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt

boyutları çalışmanın yöntem bölümünde dördüncü hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş ve Keşfetme:

Öğrencilere günümüzde kullandığımız periyodik sistem verilerek incelemeleri istenir. Daha sonra "Otel Periyodik Tablo" etkinliği gruplara dağıtılır. Öğrencilerden etkinlik kağıdını grupla birlikte incelemeleri, geçmiş bilgilerini de dikkate alıp grup içinde tartışarak etkinlikte istenilen görevleri yerine getirmeleri istenilir.

Etkinlik 7.1: "Otel periyodik Tablo" Turizm sezonumuz açılmıştır

Sema bir tur acentesinde yeni çalışmaya başlamıştır. Acentedeki ilk işi için bir grup yabancı turisti ülkemizin en nadide köşelerinden Antalya'nın Kaş beldesinde yer alan "Periyodik Tablo" adlı 5 yıldızlı bir otele yerleşmesi gerekmektedir. Fakat "Periyodik Tablo" oteli yeni açılmış olup, belli kurallara göre müşterileri odalara yerleştirmeyi kabul etmektedir. Otel müdürü olan Mehmet bey kurallar konusunda çok titizdir. Sema'ya bu ilk işinde yardım edip işine devam edebilmesine yardımcı olabilir misin? Otel kuralları ve müşterilerle ilgili bilgiler aşağıda yer almaktadır. Her müşteriyi doğru yerleştirme konusunda başarılar...

Periyodik Tablo Müşterileri için Otel Kuralları:

1. Müşterilerin kaldıkları odalar için periyot numarası (kat no) ve grup numarası (oda no) kullanılacaktır (1. Kat en üst kattır, 1. Periyot olarak gösterilen yerden başlamaktadır).
2. Müşteriler ceplerindeki paraya göre (elementler için sembollerinin sağ alt köşesinde yazan atom numarasını ifade etmektedir) en düşük birinci kat düzeyinden başlayarak sırayla katlara yerleştirilmelidir.
3. Katmanlarda bulunabilecek maksimum müşteri sayıları aşılmamalıdır. Örneğin **1. Kat, 2; 2. Kat, 8; 3. Kat, 18 ve 4. Kat, ise maksimum 32** müşteri alma kapasitesine sahiptir.
4. Periyot numarası kalınan kat sayısına göre, grup numarası ise son kattaki kişi sayısına göre belirlenecektir.

OTEL PERİYODİK TABLO *****

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1. Periyot								
2. Periyot								
3. Periyot								
4. Periyot								

Müşteriler

1. Bayan ₁₁Na
2. Bay ₁₉K
3. Bayan ₁₃Al
4. Bay ₁₇Cl

Not: müşteriler için belirtilen kadın ve erkek ifadesi tamamıyla rastgele yazılmış olup, elementlerin herhangi bir özelliği ile ilişkili değildir.

2. Açıklama:

Öğretmen elementlerin de periyodik sisteme yerleştirilirken benzer kurallara göre yerleştirildiğini ifade eder. Öğretmen öğrencilerden etkinlikte geçen kuralları bir kez de elementler için tekrar yorumlamalarını ister.

Öğretmen öğrencilerden geçmiş fen derslerinde periyodik sisteme elementlerin yerleştirilmesi ile ilgili neler konuştuklarını hatırlamaları ister. Öğretmen öğrencileri tek tek dinledikten sonra "Elementlerin periyodik tabloda yerini bulmak için atomun katman-elektron dizilimi yapılıdır. Bir elementin atomlarındaki katman sayısı, o elementin periyot numarasını verir. Son katmandaki toplam elektron sayısına, değerlik elektron sayısı denir. Değerlik elektron sayısı A grubu elementlerinde grup numarasını verir. B grubu elementlerinin periyodik sistemdeki yerlerinin bulunmasını ileride göreceğiz. Örneğin bir elementin atomlarının değerlik elektron sayısı 1 ise o element 1A grubunda yer alır" açıklamasını yaparak konuyu toparlar.

Öğretmen öğrencilere "Elementler nasıl bağ yapar?", "Elementler neden bağ yapar?", "Elementler neden soy gazlara benzemek ister?", "Soy gazların katman elektron dizilimi nasıldır?" şeklinde sorular sorar. Bu sorular yoluyla öğrencilerin "Son katmanında 8 elektron bulunduran atomlar kararlı atom olarak adlandırılır. Kararlı atomlardan oluşan bu elementlere soy gaz denir. Soy gazlardan sadece helyum atomu 2 elektron bulundurur. Soy gazlar dışındaki elementlerin ise son katmanlarında 8'den daha az elektron bulunur. Kararsız olan bu

elementler soy gaz elektron dağılımına ulaşmak için elektron alışverişinde bulunur ya da elektronlarını ortaklaşa kullanır" sonucuna kendilerinin ulaşması sağlanır.

3. Derinleştirme:

Öğrencilere bir önceki hafta elementlerin sınıflandırılması ile ilgili araştırmaları için verilen çalışma kağıdı öğrencilerle birlikte irdelenir. Öğrencilerin konu ile ilgili olarak konuşmaları sağlanır. Bu yolla öğrencilerin metal, ametal, yarı metal ve soy gazların özelliklerini kendilerinin fark etmeleri sağlanır.

QR karekod uygulaması kullanılarak Etkinlik 7.2 gerçekleştirilir.

Etkinlik 7.2: Sınıflandırma

Madde:

Element:

Metaller	Yarı metaller	Ametaller	Soygazlar
Özellikleri	Özellikleri	Özellikleri	Özellikleri
Örnekler:	Örnekler:	Örnekler:	Örnekler:

1. Değerlendirme:

Araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma kağıdı derste konuşulanların pekiştirilmesi amacıyla öğrencilere dağıtılır. Öğrencilerin ilgili kısımlarda yer alan soruları cevaplamaları beklenir. Öğrencilerin bu yolla elementlerin periyodik sistemdeki yerlerini bulmaları ve verilen elementleri sınıflandırmasını yapmaları sağlanır.

Etkinlik 7.3: Elementlerle ilgili aşağıdaki boşlukları örnekteki uygun olarak doldurunuz.

Element Sembolu	Atom numarası	Element ismi	Kullanım alanı
He	2	Helyum	Estonlar
Ne	6	Klor	Periyot: 1 Grup: 2A Sınıf: Soygaz
Berilyum	13	N	
18	Magnezyum	S	
		8	

8. HAFTA

Periyodik Özellikler

Kazanımlar:

- Periyodik özelliklerden metalik-ametallik, atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi ve elektronegatiflik tanımlanır; bunların nasıl ölçüldüğü konusuna girilmez.
- Periyodik özelliklerin değişim seyri açıklanır.

Hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilere verilen çalışma kağıtları ile ilgili olarak öğrencilerin gerekli ön araştırmayı yapmış olmaları ve çalışma kağıtlarında yer alan soruları cevaplamış olmaları gerekmektedir.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gereken bilgi ve konular:

Öğrenciler, 7. ve 8. sınıf Fen bilimleri dersinde elementleri periyodik tablo üzerinde metal, yarımetal ve ametal olarak sınıflandırmış, elementlerin özelliklerine girilmeden soygazları öğrenmiştir.

Zamanlama: 40+ 40 dk (iki ders saati)

Amaç: Elementlerin periyodik sistemdeki yerleşim esaslarını ve tarihsel gelişimini açıklamaktır.

Değişkenlerle ilişkisi: Sekizinci hafta gerçekleştirilen etkinlikler yoluyla, çalışmanın bağımlı değişkenleri (STEM, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilimin Doğası) ve bu değişkenlere ait alt

boyutları çalışmanın yöntem bölümünde sekizinci hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1. Giriş:

Öğretmen dersin başında geçen hafta elementleri metal, ametal ve yarı metal olarak sınıflandırdıkları hatırlatılır. Daha sonra tahtada yer alan periyodik sistem üzerinden öğrencilerle birlikte metalik ve ametallik özelliklerin değişimi vurgulanır.

Daha sonra öğrencilere "Elinde yer alan dairenin yarı çapını nasıl bulabiliriz? Bir atom veya iyonun yarı çapını da benzer yolla bulabilir miyiz?" şeklinde sorular yöneltilerek derse yönelik ilgileri arttırılır.

2. Keşfetme- Açıklama:

Atom ve iyon yarı çapı tanımlandıktan sonra, öğretmen öğrencilere farklı elementler için atom ve iyon örnekleri sunar ve onların örneklerin yarı çaplarını karşılaştırılması sağlanır. Öğretmen, öğrencilere bir atomdan en fazla kaç tane elektron koparılabilirliğini ve hangi durumlarda atomdan elektron koparmanın zor veya kolay koparılabilirliği sorar. Öğretmen bir sınıf içi tartışma ortamı oluşturarak, öğrencilerle birlikte iyonlaşma enerjisinin tanımı ortaya konur ve ikinci periyotta yer alan elementler için iyonlaşma enerjisi ile ilgili bir grafik oluşturulur.

3. Genişletme:

Periyodik özelliklerden olan elektron ilgisi ve elektronegatiflik karşılaştırmalı olarak tartışılır. Elektron ilgisi ve elektronegatifliğin periyodik sistem üzerinden değişimi öğrencilerle birlikte irdelenir.

4. Değerlendirme:

Ders sonunda periyodik özelliklerin periyodik sistem üzerindeki değişimi ile ilgili örnekler yapılarak konunun pekiştirilmesi sağlanır. Bu derste aynı zamanda öğrenciler tarafından yapılan proje tasarımları sınıf ortamında sunulmuş ve ortaya konan tasarımlar üzerinde sınıf tartışması gerçekleştirilmiştir.

EK-10. Kontrol Grubu Ders Planı

ATOM VE PERİYODİK SİSTEM

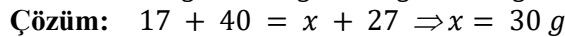
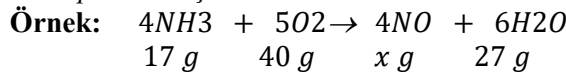
Birçok bilim adamı tarih boyunca atomun yapısı ile ilgili pek çok fikir ortaya atmış ve atomun yapısını açıklamaya çalışmışlardır. Zaman içerisinde birlikte atom altı taneciklerin varlığına dair deliller ortaya konmuş ve atomun yapısı ile ilgili bilimsel çalışmalar hız kazanmıştır.

Eski Yunan filozoflarından **Democritus** atom kavramını, "Maddelerin en küçük ve bölünemeyen tanecikleri" olarak tanımlamıştır. Atom kelimesi "bölünemez" anlamına gelen Yunanca "atomos" kelimesinden gelmiştir. Orta Çağ Türk-İslam bilginlerinden **Ebu Bekir El-Razi** tüm cisimlerin maddeden oluştuğunu ve maddelerin boşluklu yapıda olduğunu ifade etmiştir. Rönesans Dönemi'nde ise **Van Helmont** çeşitli kimyasal yöntemlerle gaz üretimini ilk defa gerçekleştirerek gazların atomlardan oluştuğunu, soğutulduğunda atomlarının birbirine yaklaşacağını ve sıvı hâle dönüşeceğini ifade etmiştir.

KİMYANIN TEMEL KANUNLARI

Kütlenin Korunumu Yasası: *Lavoisier* 1789 yılında yanan maddelerin havanın oksijeni ile birleşmesinin bir sonucu olduğunu kapalı bir kaptaki deneyi yaparak, kabın reaksiyon sonundaki toplam kütlelerinin başlangıçtaki kütleyle eşit olduğunu gösterdi.

Kimyasal bir tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı, tepkime sonunda oluşan maddelerin toplamına eşittir.



Sabit Oranlar Yasası: Fransız kimyacı **Proust** (prus) tarafından ortaya atılan yasaya göre; *Bir bileşik, hangi kimyasal yolla edilirse edilsin, o bileşik içindeki elementlerin kütlece*

birleşme oranı hiç bir zaman değişmez. Kısaca; bir bileşiği oluşturan elementlerin kütleleri arasında sabit bir oran vardır.

Deney no	Fe	+	S	→	FeS
1	7 g		4 g		11 g
2	14 g		8 g		22 g
3	21 g		12 g		33 g

FeS bileşiği oluşurken Fe ile S arasındaki birleşme oranı 7/4 tür. Tepkimeye giren maddelerin kütleleri toplamı, tepkime sonunda oluşan maddelerin kütleleri toplamına eşittir.

Karbon dioksit bileşiğinin farklı miktarları için karbon ve oksijenin kütle oranları.					
Deney	Tepkimede Karbon	Kullanılan	Tepkimede Oksijen	Kullanılan	Elementlerin Kütlelerine Oranı
1	1,2		3,2		3/8
2	2,4		6,4		3/8
3	3,6		9,6		3/8
4	9,0		24,0		3/8

Örnek: Bir bileşikte Kalsiyum (Ca) ile Oksijenin (O) kütlece birleşme oranı 5/2 dir. Bir kaba 20 gram Ca konularak ısıtılıyor. Tam oksitlenme sonunda kaç gram bileşik oluşur?

Çözüm: 5 gram Ca ile 2 gram O birleşerek 7 gram bileşik oluşur.

$$\begin{array}{l} 5 \text{ gram Ca ile } 7 \text{ gram bileşik oluşursa} \\ 20 \text{ gram Ca ile } x \text{ gram bileşik oluşur.} \Rightarrow x = (20 \cdot 7) / 5 \Rightarrow x = 28 \text{ g} \end{array}$$

$$\text{veya; } m_{Ca} / m_{\text{bileşik}} = 5/7 = 20/x \Rightarrow x = 28 \text{ g}$$

Örnek: XY bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranları 2/3 dür. 10 g XY elde etmek için kaç gram X ve kaç gram Y gereklidir?

Çözüm: 3 gram X ile 2 gram Y birleşerek 5 gram XY bileşiğini oluşturur.

$$\frac{m_y}{m_{xy}} = \frac{2}{5} = \frac{y}{10} \Rightarrow m_y = 4 \text{ g}$$

Örnek: X₂Y₃ bileşiğinin kütlece % 36 s₁X'dir. 32 gram X ile 32 gram Y tepkimeye girerse, hangi elementten kaç gram artar ve kaç gram bileşik oluşur?

Çözüm: Bileşikteki Y nin kütlece yüzdesi: 100 – 36 = 64 %64 Y, %36 X

Soruda verilen miktarlar ile gerekli oranlar karşılaştırıldığında X in oranın fazla olduğu görülür. O halde X den fazla miktarda vardır. Buna göre X in bir kısmı, Y nin tamamı tepkimeye girer.

$$\frac{m_x}{m_y} = \frac{36}{64} = \frac{9}{16}$$

$$x \text{ için; } \frac{32}{9} = 3,5 \quad y \text{ için; } \frac{32}{16} = 2 \quad \frac{m_x}{m_y} = \frac{9}{16} = \frac{x}{32} \Rightarrow x = 18 \text{ g X kullanılır.}$$

$$32 - 18 = 14 \text{ g X artar} \Rightarrow 18 \text{ g X} + 32 \text{ g Y} = 50 \text{ g bileşik oluşur.}$$

Dalton Atom Kuramı ve Katlı Oranlar Kanunu

John Dalton 1803-1808 yılları arasında, yukarıda bahsedilen kanunları kullanarak her bir elementin kendine özgü atomları olduğunu varsayan atom teorisini geliştirmiştir. Bu teori, maddenin ardışık bölünme ile nereye kadar bölünebileceği sorusuna da cevap oluşturmuştur. Dalton'un atom modeli, bilimsel anlamda ilk model örneklerinden biridir ve bu modelde atom bölünmez küreler gibi düşünülmüştür.

Dalton Atom Teorisi'nin varsayımlarını üç ana başlık altında toplayabiliriz:

1. Her element atomlardan oluşmuştur. Aynı elementin atomları özdeştir.
2. Farklı elementlerin atomları farklıdır.
3. Elementler belirli bir bileşiği oluştururken her iki elementin birleşen atom sayıları oranı hep sabittir.

Katlı Oranlar Yasası: Aralarında birden fazla bileşik oluşturan elementler arasında, birinin sabit miktarıyla, birleşen diğer elementin miktarları arasında tam sayılarla ifade edilen orana

Katlı Oranlar Yasası denir. Örneğin;

3 gram Karbon (C) 4 gram Oksijen (O) ile birleşerek 7 gram Karbon mono oksit (CO) oluşturur.

3 gram C 8 gram O ile birleşerek 11 gram Karbon di oksit (CO₂) oluşturur.

Aynı miktar C ile birleşen O kütleleri arasındaki 1/2 dir

ÖRNEK: I. AlCl₃ - Al₂O₃ II. PbO - PbO₂ III. HClO - HClO₃
IV. C₂H₄ - C₄H₈

Yukarıdaki bileşiklerin hangilerinde katlı oranlar kanunu uygulanamaz? Neden?

ÇÖZÜM: I - III - IV bileşiklerinde katlı oranlar kanunu uygulanamaz. Çünkü aşağıda belirtilen;

- a. Farklı elementlerden oluşan bileşik çiftleri (AlCl₃ - Al₂O₃),
- b. İki elementten oluşan bileşik çiftleri (HClO - HClO₃),
- c. Bileşik çiftlerinde birinin sabit miktarıyla, birleşen diğer elementin miktarları arasındaki oranı bire eşit bileşik çiftleri C₂H₄ - C₄H₈) katlı oranlar kanununa uymaz.

ÖRNEK: Kurşun elementi ile oksijen PbO₂ ve Pb₂O₄ bileşiklerini oluşturur. Bileşiklerdeki kurşunun katlı oranları kaçtır?

ÇÖZÜM: Kurşunun katlı oranlarını bulabilmek için oksijenin iki bileşikteki sayılarının aynı olması gerekir. Bunun için I. bileşikteki atom sayıları 2 ile genişletilmelidir. Pb₂O₄ - Pb₃O₄
Bu durumda Pb ler arasındaki katlı oranlar 2/3 olur.

Dalton atom modelinin sınırlılıkları:

1. Dalton teorisinde geçen "Bir elementin bütün atomları şekil, büyüklük ve kütle yönüyle aynıdır." kuralı bugün için geçerli değildir. Bir elementin bütün atomları aynı değildir. O dönemde nötron tanecikleri tespit edilemediği için izotop atomların farkına varılamamıştır. Bir elemente ait bütün atomların proton ve elektron sayısı aynı olmak zorundadır fakat nötron sayıları farklı olabilir.
2. Dalton atom modelindeki bir diğer eksiklik de kimyasal değişimlerde elementlerin atomlarının parçalanamayacağı düşüncesidir. Kimyasal reaksiyonlarda element atomlarının parçalanamayacağı doğrudur. Fakat çekirdek reaksiyonlarında atomun parçalandığı kabul edilir.
3. Dalton teorisinde elementlerin atomlardan oluştuğunu belirtmiş fakat atomun yapısı hakkında herhangi bir bilgi vermemiştir. Atomları içi dolu kürecik olarak kabul etmiştir. Dalton teorisi, pek çok yanlışlık ve eksiklik olmasına rağmen çok önemlidir. Dalton, kendisinden sonra gelen bilim insanlarına bir kapı aralamış, teorisinin tartışılmasına yol açmıştır. Böylece daha doğruya ulaşma imkânı sağlamıştır. Kimyasal reaksiyonların açıklanması, maddenin anlaşılması ve atomun temel özelliklerinin ortaya çıkması bu sayede olmuştur. Bu sebeple Dalton'un atom teorisi ilk bilimsel atom teorisi olarak kabul edilmektedir.

Atomun Bölünebilirliği

Dalton'un atomların bölünmez kürecikler olduğu fikri kısa sürede geçerliğini yitirmeye başladı. Bilim insanları atomun bölünmez olduğu görüşünün sorgulanmasını gerektiren bazı bilimsel veriler elde ettiler. Örneğin, cisimlerin sürtme ile elektriklenmesi ve elektroliz gibi olaylar atomların bölünebileceğine işaret ediyordu.

Hava da bir maddedir ve atomlardan oluşmuştur. Bölünmez atomun ve onun oluşturduğu maddelerin bu durumda elektrikçe yüksüz olması gereklidir. Fakat böyle bir varsayım, örneğin şimşegi ve yıldırımını açıklamada işe yaramamaktadır.

Birbirine sürtülen nesnelere elektrik yükü kazanması, atomun bölünmez olmadığını dolaylı yoldan göstermektedir. Sürtünme sonucu elektriklenme ile ilgili deneylerde, ebonit çubuğuyün kumaşa sürttüğümüzde çubuğun (-) elektrikle yüklendiği, cam çubuğu ipek kumaşa sürttüğünde ise çubuğun (+) elektrikle yüklendiği tespit edilmiştir. Elektriklenmiş iki farklı ebonit çubuğun ya da iki farklı cam çubuğun birbirini ittiğini (aynı elektrik yükleri birbirini iter), elektriklenmiş bir ebonit çubuk ile bir cam çubuğun birbirlerini çektiğini (farklı elektrik yükleri birbirini çeker) tespit edilmiştir. Bu duruma günlük hayattan farklı örneklerde verilebilir. Örneğin, yün kazağımızı çıkarırken, kuru ve temiz saçları plastik tarakla tararken çıtırtı sesi duyarız. Eğer bu olaylar karanlıkta gerçekleşirse kıvılcım bile çıkabilir. Kuru ve temiz saçımıza sürttüğümüz plastik tarağın küçük kâğıt parçalarını çektiğini görürüz. Bu olaylar bize, sürtünen cisimler arasında elektriklenmenin olduğunu ve elektrik yüklerinin oluştuğunu gösterir. Sürtünme ile elektriklenme, sürtünen cisimler arasındaki elektron alışverişi olayıdır. Bu olay esnasında sürtünen cisimlerden biri elektron kazanıyorsa diğer cisim elektron kaybedecektir. Elektron kazanan cisim, elektron fazlalığı oluşacağından negatif yük, elektron kaybeden cisim ise pozitif yük fazlalığı oluşacağından pozitif yük ile yüklenir. Cisimlerin pozitif ve negatif yük kazanabilmeleri, bunların yapı taşı olan atomlarının yapısında pozitif ve negatif yük taşıyan taneciklerin olduğuna işaret eder. Eğer atom bölünmez olsaydı birbirine sürtülen iki cisim arasında atomdan daha küçük bir tanecik alışverişi olmazdı. Atomun bölünebilir olduğunun bir diğer kanıtı da Faraday'ın, yaptığı elektroliz deneyleridir. Faraday bu deneyler sonucunda, elektrik ve kimyasal değişim arasındaki nicel ilişkiyi ilk kez ortaya koymuş ve atomun bölünebilir olduğuna dikkat çekmiştir.

Bileşiklerin elektrik enerjisi kullanılarak elementlerine ayrıştırılması olayına **elektroliz** adı verilir. Örneğin su elektroliz edilerek oksijen ve hidrojen elementlerine ayrıştırılabilir. Saf su içerisine az miktarda H_2SO_4 gibi bir asit ilave edilerek hazırlanan çözelti içerisinde elektrik akımı geçirilirse hidrojen ve oksijen gazları elde edilir. Tüplerde toplanan hidrojen gazının hacmi, oksijen gazının hacminin ikikati olur. Bu deneyde açığa çıkan hidrojen ve oksijen gazı miktarları, devreden geçen elektrik yükü miktarına bağlıdır. Elektrik yükü miktarı arttıkça toplanan gaz miktarı artar. Yani bir maddeden geçen elektrik miktarıyla o maddeden ayrılan bileşenlerin miktarı birbiriyle ilişkilidir. *Bunun ortaya koyduğu sonuç, atomların yalnızca belirli miktarlarda elektrikle bağlantılı olduğu ve atomların belirli bir miktar elektrik yükü taşıdığıdır.*

Elektriklenme deneyleri elektrik yüklerinin iki tür olduğunu, elektriklenme ile yükün bir cisimden diğerine geçtiğini ifade etmektedir. Ayrıca statik elektriklenme ile bağdaştırıldığında bir maddenin atomlarının nötr olması gerektiği ve bunun sonucunda elektriklenmenin atom alışverişi ile ortaya çıkmayacağı, atom altı taneciklerinin var olması gerektiği düşüncesi kuvvetlenmiştir. Elektriklenme sonucu maddenin elektrik ile yüklenmesi ve ardından da elektroliz deneyleri ile Dalton Atom Modeli'nin öngördüğü içi dolu küre şeklindeki bölünmez tanecik olan atom tanımını çürütülmüştür.

Atomdaki Tanecikler

Atomlar, taneciklerden oluşmuştur. Burada sadece yaygın olarak bilinen üç tanecikten bahsedilecektir.

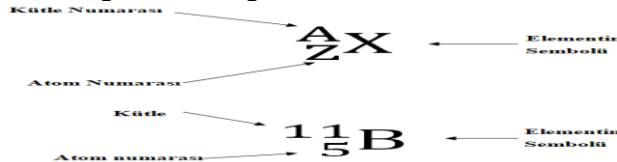
- Proton, pozitif yüklü tanecik,
- Nötron, yüksüz tanecik,
- Elektron, negatif yüklü taneciktir.

Bir elementin bütün atomlarının çekirdeğindeki proton sayısı aynıdır. Örneğin, hidrojen elementinin bütün atomlarının çekirdeğinde sadece 1 proton, demir elementinin bütün atomlarının çekirdeğinde ise 26 proton vardır. Bu durumda, proton sayısını, bir atomun kimlik numarası gibi düşünebiliriz. Bu nedenle proton sayısı atom numarası olarak da

adlandırılır. Çekirdekdeki proton ve nötron sayılarının toplamı ise kütle numarasını vermektedir.

Atom altı taneciklerin kütle ve yükleri.		
Tanecik	Kütle (g)	Yük (Coulomb)
Proton	$1,673 \times 10^{-24}$	$+ 1,602 \times 10^{-19}$
Nötron	$1,675 \times 10^{-24}$	-
Elektron	$9,109 \times 10^{-24}$	$- 1,602 \times 10^{-19}$

Bir protonun yükü elektronun yüküne eşit fakat zıt işaretlidir. Elektronun yükü -1 alındığı için protonun yükü +1 alınır. Çekirdekte pozitif yüklü protonlar ile yüksüz nötronlar bulunur. Bir protonun kütlesi bir elektronun kütlesinin 1836 katına eşittir. Ayrıca bir nötronun kütlesi yaklaşık olarak bir protonun kütlesine eşittir. Günümüzde nötronların çekirdekdeki işlevinin, pozitif yüklü protonların birbirlerini itmesini dengeleyerek protonların dağılmadan bir arada durmasını sağlamak olduğu kabul edilmektedir.



İzotop Atom

Proton sayısı aynı fakat nötron sayısı farklı olan atomlar birbirinin izotopudur. Doğal olarak var olan elementlerin birçoğu izotoplar hâlinde bulunur. Örneğin çoğu hidrojen atomunun çekirdeğinde sadece 1 proton bulunmaktadır. Ancak az sayıdaki hidrojen atomunun çekirdeğinde bir proton bir de nötron bulunur. Hidrojenin bu izotopu "döteryum" olarak adlandırılır. Hidrojenin çok az rastlanan bir diğer izotopu olan "trityum" ise çekirdeğinde bir proton ve iki nötron bulundurulur.

Bir elementin, izotoplarının proton sayıları aynı olduğu için atom numaraları aynı fakat nötron sayıları farklı olduğu için kütle numaraları farklıdır. Bir elementin izotopları aynı kimyasal özellikleri gösterir ve aynı formüle sahip bileşikler oluşturur. İzotopların sadece bazı fiziksel özelliklerinde değişiklikler vardır. Örneğin hidrojenin izotoplarının kütlelerinde ve kaynama noktalarında çok az değişiklik vardır.

ÖRNEK: Karbon (C_6) elementi doğada ${}^{12}_6C$, ${}^{13}_6C$ ve ${}^{14}_6C$ izotoplarının karışımı hâlinde bulunur. Karbon izotoplarının proton, nötron ve elektron sayıları ile atom ve kütle numaralarını bir tablo hâlinde gösteriniz.

İzotoplar	${}^{12}_6C$	${}^{13}_6C$	${}^{14}_6C$
Atom Numarası	6	6	6
Kütle Numarası	12	13	14
Nötron Sayısı	6	7	8

Thomson Atom Modeli

⇒ Bu deney sonucundaki verilere dayanarak Thomson atomla ilgili; şu sonuçlara varmıştır.

➤ Nötr bir atomda + yük sayısı – yük sayısına eşit olduğundan yükler toplamı sıfırdır.

➤ Pozitif (+) ve negatif (-) parçacıklar atomun yapısında rastgele dağılmıştır. (Üzümlü kek modeli)

➤ Atomlar küre biçimli olup yarıçapları yaklaşık 10^{-8} cm dir.

⇒ J.J.Thomson atom modelindeki eksikler ve yanlışlar;

➤ Nötron denilen taneciklerden söz edilmesi Thomson atom teorisinin eksikliklerinden biridir.

➤ Pozitif yük ve elektronların atomda rastgele yerlerde bulunduğunu iddiası ise teorisinin hatalı yönüdür.

Elektron bilinince, pozitif bir taneciğin varlığını tahmin etmek zor değildi. Çünkü atomun nötral olduğu biliniyordu. Yani, atomdaki elektronların negatif yükünü dengeleyecek pozitif (+) yüklü tanecikler (protonlar) gerekiyordu. Protonların varlığı deneysel olarak 1917 yılında E. Rutherford tarafından kanıtlanmıştır.

Rutherford Atom Teorisi (1911)

⇒ Rutherford atom modeline göre;

- A (alfa) taneciklerinin sapmasına yol açan yoğun ve + yüklü kısım çekirdektir. Atomun çekirdeği küçük bir hacme sahiptir.
- Proton adı verilen + yük, bu çok küçük bir hacimde toplanmıştır.
- Elektronlar çekirdeğin etrafında bulunur. Elektronların kuşattığı hacim (atom hacmi) çekirdek hacminden çok büyüktür. Mesela 10^{-8} cm olan bir atomun çekirdeğinin çapı yaklaşık olarak 10^{-12} cm dir.
- Çekirdekteki pozitif (+) yüklü tanecik sayısı her element için karakteristiktir.
- Protonların ağırlığı çekirdeğin ağırlığının yaklaşık yarısı kadardır. Elektronların kütlesi ihmal edilecek kadar küçüktür. O halde atomun ağırlığına sebep olan proton dışında başka parçacıklarda olmalıdır.

Rutherford, 1911 yılında yaptığı altın plaka deneyi ile atomdaki bütün pozitif yüklerin bir merkezde toplandığını ispatlamıştır. Bu pozitif yük merkezine **çekirdek** denir. Sonuç olarak atom, pozitif yüklü bir çekirdek ve onun çevresinde dolanan negatif yüklü elektronlardan oluşan bir model ile gösterilmeye başlandı.

Rutherford atomu bir güneş sistemine, atom çekirdeğini Güneş'e, elektronları da gezegenlere benzetmiştir.

Çünkü deney sonuçlarından anlaşıldığına göre elektronlar atom çekirdeği etrafında bulunuyorlarsa çekirdeğe düşmemek için çekirdek etrafında dönmek zorundaydılar ve onları çekirdeğe çeken bir kuvvet ile hareket etmeleri gerekiyordu. Böylece elektronlar gezegenler gibi yörüngelerde bulunacaktı.

Rutherford'un bu modeli ile Thomson atom modelinde belirtilen proton ve elektronun homojen dağıldığı ilkesi çürütülmüştür. Rutherford atom modelini ortaya koyduğunda nötronların varlığı daha bilinmiyordu. Nötronların keşfi 1932 yılında James Chadwick (CeymizŞadvik) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bohr Atom Modeli

Atomların yayınladığı spektrumların açıklanamaması yeni atom teorilerinin ortaya atılmasına neden olmuştur. Bohr atom modeli bugünkü atom modelinin anlaşılmasında önemli bir basamak olmuştur.

Bohr atom modelini anlamak ve Rutherford atom modelinin eksiklerini ortaya koyabilmek için atom ile ışığın ilişkisini bilmek gerekir.

Radyo dalgaları, kızıl ötesi ışınlar, ultraviyole ışınlar, görünür bölgedeki ışık ve X-ışınları elektromanyetik ışım türleridir. Elektromanyetik ışınların dalga boyu ve frekans özellikleri vardır. Dalga boyu (λ) art arda gelen iki dalga üzerinde yer alan iki benzer nokta arasındaki uzaklıktır (Şekil 2.6). Dalga boyu birimi metredir. Işıma frekansı (ν), belli bir noktadan 1 saniyede geçen dalga sayısıdır. Frekans birimi Hertz'dir (Hz). Bütün frekansları kapsayan elektromanyetik ışın dizisine elektromanyetik dalga spektrumu adı verilir.

Beyaz ışığın spektrumuna bakıldığında görünür bölgede mordan kırmızıya bütün renkleri içeren kesiksiz (sürekli) spektrum elde edilir.

Elementler gaz halde yüksek sıcaklıkta ışımaya yapar. Işımlar prizmadan geçirilirse çizgi-kesikli (süreksiz) spektrum elde edilir. Her elementin kendine has verdiği spektrumlardan kimliği belirlenir. Örneğin hidrojen gazı yüksek sıcaklığa kadar ısıtılır ve yaydığı ışık bir prizmadan geçirilirse değişik renkte, dört çizgiden oluşan bir ışım spektrumu (emisyon spektrumu) verir. Spektrumdaki çizgilerden biri kırmızı, diğerleri çeşitli koyuluklarda mavidir. Spektrumun diğer kısımları ise karanlıktır.

Beyaz ışık hidrojen gazı içerisinden, sonra da bir prizmadan geçirilirse sürekli spektrumda bazı dalga boylarının yerlerinde siyah çizgiler görülür. Yani bazı dalga boyları hidrojen tarafından soğurulmuştur. Bütün dalga boylarını içeren bir ışık, geçirgen bir madde

ortamından sonra da bir prizmadan geçirilerek elde edilen spektruma soğurma spektrumu denir.

1913 yılında NielsBohr hidrojen atomunun elektronik yapısını açıklamak için bir model önerdi. Bu modelle hidrojen elementinin çizgi spektrumu da açıklanmış oldu. Bohr atom modeline göre;

1. Bir atomdaki elektronlar çekirdekten belli uzaklıktaki dairesel yörüngelerde bulunabilir. Bu yörüngelere enerji düzeyleri veya kabukları denir. Her kabuk K, L, M, N, O gibi bir harf veya 1, 2, 3, 4, 5 gibi bir **n** değeri ile belirlenir.
2. Elektronun, içinde hareket hâlinde bulunduğu yörüngeye göre belli bir enerjisi vardır. Çekirdeğe en yakın K düzeyinde ($n = 1$) bulunan bir elektron en düşük enerjiye sahiptir. Çekirdekten uzaklaştıkça o kabukta bulunan elektronun enerjisi artar. Elektronun enerjisi hiçbir zaman kabuklar arasındaki bir değerde olamaz.
3. Bir atomun elektronları çekirdeğe mümkün olduğunca yakınsa bu elektronlar en düşük enerji düzeyindedir. Bu enerji düzeyine “temel hâl düzeyi” denir. Atomlar yüksek sıcaklığa kadar ısıtıldıklarında elektronlar enerji absorbe ederek daha yüksek enerji düzeylerine geçer. Absorbsiyon adı verilen bu olay sonucunda atomlar uyarılmış hâle gelir.
4. Elektron kararlı hâllerden birinde bulunurken atom ışık (enerji) yaymaz. Ancak yüksek enerji düzeyinden daha düşük enerji düzeyine geçtiğinde seviyeler arasındaki enerji farkına eşit bir ışık yayar. Bu olaya emisyon denir.

Bohr Atom Modelinin Sınırlılıkları

Bohr modelinin Rutherford atom modeline göre oldukça üstün tarafları olsa da eksik yönleri de söz konusudur.

1. Bugünkü bilgilerimize göre Bohr atom modelinde belirtilen, elektronların dairesel yörüngelerde hareket ettikleri, ifadesi yanlıştır.
2. Bohr atom modeli yalnızca tek elektronlu sistemlerin spektrumlarını açıklayabilmektedir. Çok elektronlu sistemlerin spektrumlarını açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Çok elektronlu atomların spektrumlarında enerji düzeylerinin her birinin iki ya da daha fazla düzeye ayrıldığı görülmektedir.

Modern Atom Teorisi

Elektronu hareket hâlinde yüklü tanecik olarak kabul eden Bohr, bir atomdaki elektronların belirli enerji düzeylerinde bulunduğunu varsayımıştır. Daha sonraları bu düşüncenin yetersiz olduğu saptanmış ve yeni bir teorisin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

De Broglie; “elektronların ve diğer taneciklerin dalga özelliğine sahip oluşunu önermiştir.”

Heisenberg; “Bir taneciğin yerini ve hızını aynı anda aynı duyarlılıkta ölçmenin imkansız olduğunu söyledi.”

ErwinSchrödinger; “elektronun dalga karakterini tanımlamış ve bunun sonucunda da modern atom teorisi geliştirilmiştir". Bu çalışmalar modern atom modelinin doğmasına sebep olmuştur.

Günümüzde atomu açıklamak için kullanılan teoriye Modern Atom Teorisi adı verilir. Yapılan son araştırmalara göre, elektronlar atom çekirdeğinin çevresinde çok büyük bir hızla döner. Bu nedenle gerçekte elektronun bulunduğu yerin belirlenebilmesi mümkün değildir.

Bu modele göre, elektronların bulunduğu bir yerden değil de, bulunabileceği bölgelerden bahsedilmektedir. Yani bir elektronun gerçekte belirli bir yörüngesi ya da katmanı yoktur.

Elektronlar farklı ve kısa zaman aralıklarında farklı bölgelerde bulunabilirler.

Elektronun bulunabileceği ve hareket ettiği alan, sineğin asılı lambanın çevresinde döndüğü alana benzetilebilir. Atomun yoğunluğuna bağlı olarak bir atomda çekirdekdeki proton sayısınca bulunan elektronların, birbirlerine çarpmadan çeşitli yörüngelerde dönerek atom çekirdeğinin etrafında bir elektron bulutu oluşturur.

Atomun Büyüklüğünü Hayal Edelim

Bugünkü atom modeline göre atom yarıçapı yaklaşık olarak 10^{-13} cm olan küresel bir çekirdeğe sahiptir ve elektronlar çekirdek etrafında yarıçapı yaklaşık 10^{-8} cm olan küresel bir hacim içinde hareket eder. Eğer bir atomun çekirdeğini bir misket büyüklüğünde

düşünürseniz bu atom da büyük bir stadyum büyüklüğünde olurdu. Elektronları da bu stadyumda hareket eden gözle görülmesi zor, çok küçük tanecikler olarak düşünebilirsiniz. Bu durumda atomun büyük çoğunluğunun boşluktan oluştuğunu da hayal edebilirsiniz.

Teori mi, Model mi?

TEORİ ve YASA (KANUN)

▶ **Teori nedir? Kanun nedir?**

Bilimsel teoriler ve yasalar hem anlam hem de işlev bakımından farklı türden bilimsel bilgilerdir.

Teoriler ve yasalar arasında hiyerarşik bir ilişki bulunmamaktadır ve biri diğerine dönüşemez.

▶ **Yasalar;** doğada gözlenen düzenliliklerin, ilişkilerin tanımlanmasıdır.

Teori ise nasıl böyle bir düzenlilik veya ilişki olduğuna dair açıklamalardır. *Bunlar güçlü delillerle desteklenmiş tutarlı açıklamalardır ve kanunlar kadar önemlidirler.* Teoriler görünüşte ilişkisiz gibi görülen gözlemlerin açıklamasını içerecek şekilde oluşturulur. Teorilerin değerlendirilmesi ise ne kadar iyi açıklama ve ilişkilendirme yaptıklarına göre yapılır. Dolayısı ile teoriler ispatlanmaz veya çürütülmez. Teoriler doğal olarak açık uçludur ve her zaman çözülmesi gerekli olan problemleri vardır. Bu durum bir zaafiyet değil aksine bir güçlülük ifadesidir. Kanunlar ise belli şartlar altında doğada bir olayın nasıl gerçekleştiğini tarif ederler. Teoriler gibi kanunlar da değişime açıktır. Örneğin, kütle korunumu, sabit oranlar ve katlı oranlar yasaları sadece maddelerin kimyasal olaylardaki davranışlarını tanımlarken kimyasal reaksiyonlarda maddenin neden böyle davrandığını açıklamaz. Dalton atom teorisi ise kimyasal reaksiyonlarda maddenin neden böyle davrandığını açıklamaktadır.

▶ **Bir başka deyişle, Dalton atom teorisi kütle korunumu, sabit oranlar ve katlı oranlar yasalarının nedenlerinin açıklamalarını içerir.**

▶ *Kanun ve teoriler farklı bilimsel bilgileri temsil ederler ve birbirlerine dönüşmezler.*

▶ Teoriler; gözlemleri açıklama, henüz gözlenmemiş olayları tahmin etme, sınanmaya açık olma ve yeni bilgiler elde edildikçe gerektiğinde düzeltilebilme gibi özelliklere sahiptir. Model ise doğal dünyada var olan karmaşık ya da soyut bir düşüncenin, objenin, olayın, sürecin veya bir sistemin sadeleştirilmiş temsili gösterimi olarak tanımlanabilir. Modeller teorilere dayalı olarak oluşturulur ve bunların en önemli işlevi, basitleştirmelerle ve benzetmelerle karmaşık ya da soyut varlıkları anlaşılır hâle getirmektir. Modeller; şekil, grafik ve şemalarla ya da sözlü ifadeler, matematiksel bağıntılar ve üç boyutlu nesnelere şeklinde ifade edilebilir. Kimya biliminde kullanılan modeller ile uçak, gemi maketleri ve moda alanında kullanılan modeller birbirinden farklıdır. Uçak, gemi ve bina modellerinin gerçeği mevcuttur ancak kimyada kullanılan modeller gerçeğin bire bir kopyası olmayıp temsili gösterimdir.

▶ Gözlem; Doğa içerisinde kendiliğinden meydana gelen olayları anlamak ve açıklamak için doğrudan duyu organları ya da farklı araçlar vasıtasıyla toplanan verilerden belli sonuçlar çıkarmak demektir.

▶ Çıkarım; Bu veriler ışığında akıl ile bir sonuca varmaya denir.

▶ İkisinin farkı; Bilim adamları aynı şeyi gözlemleyebilir, ancak çıkarımları farklı olabilir. Herkes kendine göre bir çıkarımda bulunabilir.

Gözlem	Çıkarım
Katot ışını yakınına mıknatıs yaklaştırıldığında sapıyor.	Madde yüklü tanecikler içerir.
Katot ışını elektrik alanda pozitif levhaya doğru sapıyor.	Madde negatif yüklü tanecikler içerir.
Her maddenin katot ışını aynı davranışı gösterir.	Bu tanecikler tüm maddelerde bulunur.

Rutherford'un bu deneyinde, ince bir metal levha üzerine gönderdiği He çekirdeklerinin büyük bir kısmının levhadan doğrudan geçtiğini, çok az bir kısmının ise yolundan saparak geçtiğini

veya geri yansıdığını tespit etmesi gözlem, bu gözlemden hareketle atomda büyük boşluğun olduğunu ve çekirdeğin bulunduğunu ileri sürmesi ise bir çıkarsamadır.

PERİYODİK TABLONUN GELİŞİMİ

Altın, gümüş, bakır, kalay gibi elementler eski çağlardan beri biliniyordu.

Elementlerin deneysel olarak keşfedilme süreci 1649 yılında **Henning Brand**'ın fosforu bulması ile başlamıştır. 1869 yılına kadar toplam 63 element bulunmuştur. Element sayısının ve bu elementlerle ilgili bilgilerin artması, bu elementlerin sınıflandırması gereğini doğurmuştur.

Johann Wolfgang DÖBEREİNER (1780-1849) elementleri benzer kimyasal özelliklerine göre üçerli gruplar halinde sıralamıştır. Bu elementlerden ortadakinin kütlesi hemen hemen diğer iki atomun kütleleri ortalamasına eşittir. (**triadlar Kuralı**) Böylece ilk sistematik gruplandırma ortaya çıkmıştır.

${}^3\text{Li}$	${}^7\text{Li}$
${}^{11}\text{Na}$	${}^{23}\text{Na}$
${}^{19}\text{K}$	${}^{39}\text{K}$

Bequyer De CHANCOURTOIS ilk defa elementleri kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırarak bir periyodik tablo oluşturmuştur. Oksijenin kütlesini (16) esas alarak bir silindirin çevresini 16 birime bölmüş ve elementleri bu silindir üzerine yerleştirmiştir. Her yedi elementte bir, elementlerin özelliklerinin tekrarlandığını fark ederek silindir üzerinde benzer özellikteki elementlerin alt alta geldiğini görmüştür.

Jhon NEWLANS yaptığı çalışmalarda benzer fiziksel özelliklere göre elementleri 11 gruba ayırmıştır. Newlands'a göre elementler atom kütlelerinin artışına göre dizildiklerinde 8. element 1. elemente benzemektedir. Bu duruma müzik notalarından esinlenerek **oktav** kuralı demiştir.

Elementlerin modern sisteme en yakın sınıflandırması 1869 yılında **D.I. MENDELYEV ve L. MAYER** tarafından gerçekleştirilmiştir. Birbirinden habersiz olarak günümüzde kullanılan periyodik tabloyu geliştirdiler. 63 elementi artan atom kütlelerine göre ve benzer kimyasal özellikli olanları alta alta gelecek şekilde sıraladılar. Böylece ilk periyodik sistem oluştu.

Mendelyev Sisteme uymayan atlamalar olduğunu ve bunların daha sonra bulunacak elementler olduğunu söyleyerek bu elementlerin yerlerini boş bırakmıştır.

Mendelyev elementleri Lityumdan başlayarak yerleştirdi. İlk güçlük ${}_{20}\text{Ca}$ ile ${}_{22}\text{Ti}$ arasında karşısına çıktı atlamasının sistematik olmadığını gördü ve aralarını boş bıraktı. ${}_{21}\text{Sc}$ elementi daha sonra keşfedildi.

Periyodik tablodaki boşluklar o elementlerin keşfi için itici bir güç olmuştur.

Henry MOSELEY x-ışınları ile yaptığı deneyler sonucunda bazı elementlerin atom numaralarını buldu. Periyodik tabloda elementlerin atom numaralarına göre dizilmesini önerdi.

Günümüzde ise elementler kütle numaralarına göre değil atom numaralarına göre dizilmiştir.

Periyodik Tablo:Elementlerin belirli kurallara göre atom numaraları esas alınarak sıralanması ile oluşturulan tabloya **periyodik tablo** yada **periyodik sistem** denir.

Özellikleri:

1. Periyodik sistemde yatay sıralara periyot, düşey sıralara ise grup denir.
2. Periyodik tabloda 7 tane periyot, 8 tanesi A, 8 tanesi B grubu olmak üzere toplam 16 tane de grup bulunur.
3. Aynı gruptaki elementlerin kimyasal özellikleri benzerdir
4. A Grubu elementlerine baş grup elementleri, B grubu elementlerine ise yan grup elementleri denir.
5. 1. Periyot hariç her periyot bir metal ile başlar ve bir soy gaz ile biter(Birinci periyot bir ametal olan H ile başlar).

6. Periyodik tabloda s, p ve d blokları vardır.
7. **s bloğunda** H ve He hariç hepsi metaldir. 1A, 2A ve He elementleri bulunur.
8. **p bloğunda** 3A,4A,5A,6A,7A,8A gruplarını içerir.
9. **d bloğunda** B grubu elementleri bulunur.
- 10.Periyodik tabloda B grubu elementleri 4. Periyottan itibaren başlarlar.
- 11.Lantanit ve aktinidlere iç geçiş elementleri denir.
- 12.Metalleri ametallerden ayıran çizgiye, ayırma çizgisi denir. Çizginin sağ tarafında kalan elementler ametal, sol tarafta kalan elementler ise metaldir. Yani bir elementin,
- 13.Periyot numarası \geq Grup numarası ise metal, Periyot numarası $<$ Grup numarası ise ametal

Bazı grupların özel adları vardır;

- 1A:** Alkali metallere.
2A: Toprak alkali metallere.
3A: Toprak metallere.
4A: Karbon grubu
5A: Azot grubu
6A: Oksijen grubu
7A: Halojenler.
8A: Soy gazlar.
B Grubu: Geçiş metallere

1A grubu Alkali Metallere:

1. Elementleri Hidrojen (H), Lityum(Li), Sodyum(Na) ve Potasyum(K)
2. Son yörüngelerinde 1 elektron vardır.
3. Bileşiklerinde +1 değerlik alırlar.
4. Hidrojen hariç hepsi metaldir.
5. O periyottaki en aktif metallere.
6. Doğada bileşik halinde bulunurlar. Tek başına bulunmazlar.
7. Su ile çok şiddetli tepkime verirler.

2A Grubu; Toprak Alkali Metallere:

1. Berilyum (Be), Magnezyum (Mg), Kalsiyum (Ca) ve Baryum (Ba)
2. Son yörüngelerinde 2 tane elektron vardır.
3. Bileşiklerinde +2 değerlik alırlar.
4. 1A grubundan sonra en aktif metallere.
5. Doğada bileşik halinde bulunurlar.

7A Grubu; Halojenler:

1. Flor (F), Klor(Cl), Brom(Br), İyot(I) en önemlileridir.
2. Son yörüngelerinde 7 elektron vardır.
3. Bileşiklerinde -1 değerlik alırlar.
4. En aktif ametallerdir. Yani elektron alma istekleri en fazla olan atomlardır.
5. Doğada atomik halde bulunmazlar. Moleküler halde bulunurlar.
6. Bu grupta üstten aşağı inildikçe kaynama noktası yükselir.
7. Oda şartlarında Flor ve Klor gaz, Brom sıvı, İyot ise katıdır.
8. Hidrojenli bileşikleri asidik özellik gösterir. (HCl, HF,HI)

8A Grubu; Soy Gazlar:

- Elementleri Helyum (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton(Kr), Ksenon(Xe) ve Radon(Rn) dur.
- Son yörüngelerinde 8 elektronları vardır(Helyumda 2 tane vardır).
- Kararlıdırlar bağ yapmazlar.
- Doğada atomik halde bulunurlar.

D Bloku Elementleri(Geçiş Metallere):

1. Hepsi metaldir. Bileşiklerinde birden fazla + değer alabilirler.
2. Çoğunda d orbitalleri kısmen doludur. Bu yüzden bileşikleri katı haldedir, çözeltileri renklidir.
3. Sertlikleri, yoğunlukları, erime ve kaynama noktaları yüksektir.

f Bloku Elementleri (İç Geçiş Elementleri):

1. Lantanitler(nadir toprak elementleri) 6. periyottadır. 58 ile 71 dahil toplam 14 elementtir.
2. Aktinitler 7. periyottadır. 90 ile 103 dahil toplam 14 elementtir.
3. Kimyasal özellikleri birbirlerine çok benzerdir. Sadece Prometyum radyoaktif özellik gösterir.
4. Lantanitler genelde doğada bir arada bulunurlar.
5. Aktinitlerin tamamı radyoaktiftir.

Periyodik Tabloda Yer Bulma:

1. Önce atomun temel haldeki elektron konfigürasyonu yazılır
2. En büyük baş kuantum sayısı (yörünge sayısı) atomun periyot numarasını verir.
3. Değerlik elektron sayısı grup numarasını verir.
4. Elektron dizilişi
 - s ve p orbitalleri ile bitiyorsa atom A grubundadır.
 - d ile bitiyorsa B grubundadır.
 - f ile bitiyorsa lantanit ve aktinitler grubundadır.
5. Elektron dizilişi,
 - S ile bitirse, değerlik e sayısı = s
 - p ile bitirse değerlik e sayısı = s+p
 - d ile bitirse değerlik e sayısı = s+d olur.
6. Elektron dizilişi d ile bitiyorsa
 - Değerlik elektron sayısı 8,9 ve 10 ise 8B grubundadır
 - Değerlik elektron sayısı 11 ise 1B grubundadır
 - Değerlik elektron sayısı 12 ise 2B grubundadır

Örnek: $_{17}\text{Cl}$ atomunun periyodik tablodaki yerini bulunuz?

PERİYODİK TABLODAKİ DEĞİŞMELER

Soldan Sağa

Artanlar

1. Atom numarası
2. Kütle numarası
3. Ametallik özellik
4. Değerlik elektron sayısı
5. Grup numarası
6. İyonlaşma enerjisi
7. Elektron ilgisi
8. Asitlik özelliği
9. Metallerde kaynama noktası

Azalanlar

1. Metalik özellik
2. Yarıçap
3. Bazlık

Değişmeyenler

1. Yörünge sayısı
2. Enerji seviyeleri
3. En büyük baş kuantum sayısı

Yukarıdan Aşağıya

Artanlar:

1. Atom numarası
2. Kütle numarası
3. Yarıçap (atom hacmi)
4. Metalik özellik
5. Yörünge sayısı
6. Bazlık
7. Ametallerin kaynama noktası

Azalanlar:

1. Ametallik özellik
2. İyonlaşma enerjisi
3. Elektron ilgisi
4. Asitlik özelliği
5. Metallerin kaynama noktası

Değişmeyenler:

1. Değerlik elektron sayısı
2. Grup numarası

Atom Hacmi (Yarıçap): Atomun büyüklüğüne denir. Periyodik tabloda yukarıdan aşağıya doğru artar soldan sağa doğru ise azalır. Yarıçaplar $1A > 2A > 3A > 4A > 5A > 6A > 7A > 8A$ şeklindedir.

Not: İzoelektronik taneciklerde Atom numarası yada iyon yükü küçük olanın hacmi büyüktür.

İyonlaşma Enerjisi: Gaz fazındaki bir tanecikten 1 elektron koparmak için gerekli enerjiye denir.

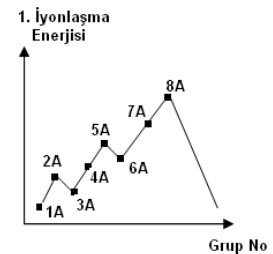
- Elektronu koparıyorsak E_1 , 2. elektronu koparıyorsak E_2 , 3. Elektronu koparıyorsak E_3 diye adlandırıyoruz.
- Bir atomun kaç tane elektronu varsa o kadar da iyonlaşma enerjisi olabilir.
- İyonlaşma enerjisi sürekli bir artış gösterir.
- Bütün iyonlaşma enerjileri bir önceki iyonlaşma enerjisinden büyüktür.
- Hiçbir atomun herhangi bir iyonlaşma enerjisi birbirine eşit olamaz.
- İyonlaşma enerjisi yaklaşık aynı oranda artış gösterir (1-3 kat). Fakat soygaz düzeninde bozulmuş işe çok aşırı bir artış gösterir. Yani sıçrama yapar (3 kattan fazla). Sıçrama hangi aralıkta ise element o gruptadır.
- İyonlaşma enerjisi yarıçap ile ters orantılıdır. Yani bir periyottaki grupların iyonlaşma enerjileri yarıçapın tersi şeklinde olması gerekir. $8 > 7 > 6 > 5 > 4 > 3 > 2 > 1$ fakat pratikte böyle değildir. Pratikte $8 > 7 > 5 > 6 > 4 > 2 > 3 > 1$ şeklindedir. 5A ile 6A, 2A ile 3A yer değiştirmiştir. Bunun nedeni 5A ve 2A'nın küresel simetri özelliği göstermesidir.

Not: İzoelektronik taneciklerde Atom numarası yada iyon yükü küçük olanın iyonlaşma enerjisi de küçüktür.

Örnek: 9F , ${}^{10}Ne$ ve 8O elementlerinin E_1 değerlerini kıyaslayınız.

$E_1: 2 > 1 > 3$

Elektronegatiflik: Elektron ilgisi ile yaklaşık aynıdır. Bir atomun elektron alabilme isteğidir. Ametallik bir özelliktir. Elektronegatifliği büyük olan ametallerin ametallik aktifliği fazladır.



Ek 11. Görüşme Doküman

Öğrenci -Ali

Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Önceki kimya derslerinde deneyler çok fazla olmuyordu deney sayısı azdı burada deneyleri çok yaptık burada beraber grupça çalışmalar yaptık. Eskiden kimya dersleri sıradan bir şekilde geçiyordu burada grupça deneyler yaptık vidolar izledik bilim adamları hakkında bilgiler öğrendik.

Araştırmacı: Ben her soru sonunda sizi doğru anlayıp anlamadığımı teyit etmek için bir toparlama yapmak durumundayım o yüzden söylediğimize göre diğer derslerle bu atom ve periyodik sistem ünitesinin işleniş arasında farklılıklar olduğunu söylediniz. Bu farklılıklarında daha fazla deney aktivite yapmak olarak değerlendirdiniz onun dışında grup çalışmaları ders içinde yine yaptığınızı söylediniz farklı videolar izlediğinizi söylediniz. Peki bunun dışında eklemek istediğiniz her hangi bir farklılık var mı? Her soru için sonra geri dönebilme fırsatımız var eklemek istediğiniz şeyler olursa sonra da ekleyebilirsiniz, daha sonra cevaplamak isterseniz geç de diyebilirsiniz. Eklemek istediğiniz bir şey yoksa devam edelim.

Öğrenci: Devam edelim.

Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Grup çalışmalarına yer verildi, çalışma kağıtları dağıtıldı onlar üzerinde çalışmalar yaptık oraya fikirlerimizi yazdık, farklı etkinlikler yaptık tabletlerden telefonlardan yararlandık.

Araştırmacı: çalışma kağıtlarından faydalandığınızı söylediniz bir takım video vs. teknolojik araçlardan yararlandığınızı söylediniz bilim adamlarının hayatlarıyla ilgili bir takım şeyler yaptığınızı söylediniz ve grup çalışmaları yaptığınızı söylediniz. Başka eklemek istediğiniz bir şeyler var mı acaba?

Öğrenci: Projeler yaptık bunlar değerlendirildi ve bazıları sergiye alındı.

Araştırmacı: Özellikle proje çalışmaları olduğunu söylediniz. Projelerinizi hangi alanda yapmıştınız hangi konularla ilgili?

Öğrenci: Atomla ilgili, elektronun atom içerisindeki dağılışıyla ilgili, elementlerle ilgili, periyodik sistemle ilgili proje çalışmaları yaptık.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Özellikle elementlerle ve atomla ilgili proje çalışmaları yaptığınızı, periyodik sistemle ilgili proje çalışmaları yaptığınızı söylediniz. Peki bu etkinliklerden en çok hoşunuza giden etkinlik veya etkinlikler hangileri oldu?

Öğrenci: Atom ve periyodik sistemle ilgili yaptığımız grup çalışmalarıydı, elektronun atom içerisindeki dağılımı, yaptığımız modeller, beraber yaptığımız şeyler. En çok keyif aldığımız çalışmalar bunlardı.

Araştırmacı: Atom modeli tasarlamakla ilgili olan etkinliği hoşunuza gittiğini söylediniz. Hoşunuza giden neydi peki bu çalışmayı yaparken hangi yönüyle hoşunuza gitti?

Öğrenci: Çalışmayı yaparken atomla ilgili elektronlarla ilgili bilgiler öğrenmemiz.

Araştırmacı: bu keyifli geldi diyorsunuz. Peki teşekkür ederim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Öncelikle bu yazılılarımıza yansdı, normalde proje kapsamında olduğu zaman yazılılarımızı da notlarımız yükselmişti bu projeler performanslar videolar yaptığımız çalışmalar notlara da yansdı.

Araştırmacı: Onun dışında herhangi bir katkısı oldu mu? İsterseniz sonra geri dönebiliriz eklemek istediğiniz bir şey olursa?

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci:Olumlu yönleri var. Derste sıkılmadan dersler eğlenceli bir şekilde geçiyor, dersleri çabuk kolay öğrenebiliyoruz, kavrayabiliyoruz. Olumlu yönleri bu.

Araştırmacı: Derslerin eğlenceli bir şekilde geçtiğini söylediniz, öğrenmenizi kolaylaştırdığını çabuk öğrendiğinizi ifade ettiniz. Peki başka eklemek istediğiniz herhangi bir şey var mı? Sadece size değil sınıf olarak düşünürseniz olumlu olarak belirtebileceğiniz herhangi bir katkısı artışı oldu mu acaba?

Öğrenci: Sınıftaki arkadaşlara da katkısı oldu onlarda eğlendiler onlarda kouları öğrendiler iyice pekiştirdiler, kimya dersini sevmeye başladılar.

Araştırmacı: Peki siz?

Öğrenci: Bizde kimya dersini sevdik.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet ise bu olumsuzluklara örnekler veriniz.

Öğrenci: Sadece arkadaşlar projelerde biraz fazla sıkıldıklarını söylediler ama sonradan onlarda sevmeye başladı proje yapmayı başka olumsuz bir yanı yok.

Araştırmacı: Özellikle proje yapım aşamasında sıkıntılar olduğunu. Başlangıç için biraz sıkıntılı olduğunu söylediniz. Peki başlangıçta neden sıkıntılı olmuş olabilir?

Öğrenci: Şimdi dersin işleyişi biraz değişiyordu projeler videolar vs. arkadaşlara belki değişik gelmiştir. Sonradan onlarda kimya dersinde eğlenmeye çabuk kavramaya başladılar dersi.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim

Uygulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı?

Evet ise bu güçlüklerle örnekler veriniz.

Öğrenci: Teorik bilgilerde değil de hayal gücüyle yaptığımız projelerde biraz sıkıntılar oldu düşünmek sıkıntı oldu. Arkadaşlarda pek olduğunu düşünmüyorum onlar hayal gücünde çok iyi şeyler yaptı.

Araştırmacı: Siz mi sıkıntı yaşadınız hayal gücüyle ilgili olarak?

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki. Acaba neden sıkıntı yaşamış olabilirsiniz hiç düşündünüz mü yani sizi zorlayan ne olabilir?

Öğrenci: Belki teorik bilgilere alışık olduğumuz her zaman projeleri teorik bilgilerle yaptığımız hayal gücümüzü şu ana kadar pek çok projelerimize katmadığımız için sıkıntı yaşadık.

Araştırmacı: özellikle hayal gücünü kullanmakla ilgili proje yaparken hayal gücünüzü işin içine dahil etmekle ilgili sıkıntı yaşadığınızı söylediniz bunu da daha önceki yaptığınız işlerde hayal gücünüzü pek kullanmanıza gerek kalmadığı için yada kullanmadığınız için bunun size değişik ve farklı geldiğini ifade ettiniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim.

Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: Sadece normal işlediğimiz dersten biraz farklı olmasıydı.

Araştırmacı: En ilginç gelen olay, yön ne olabilir mesela yapılan aktiviteleri düşünürseniz?

Öğrenci: Beraber yarışmalar düzenlemiştik arkadaşlar arasında o farklı geldi.

Araştırmacı: Nasıl bir yarışmaydı?

Öğrenci: Tahtada sorular çıkıyordu bizde gruplar oluşturmuştuk beraber bilmeye çalışıyorduk arkadaşlarla o biraz farklı bir aktivite oldu.

Araştırmacı: Özellikle yaptığınız uygulamalardan birinin bu yarışmayı içeren etkinliğin sizin için farklı geldiğini ilginç geldiğini söylediniz. Teşekkür ederim.

Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Evet uygulama sonunda atom ve periyodik sistemden aklımızda kalanlar oldu arkadaşlarında yazılılarına yansıdı notlarında düzelmeler oldu. Aklımızda kaldı evet uygulamalar projeler videolar farklı uygulamalar sayesinde.

Araştırmacı: teşekkür ederim.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Evet böyle akılda daha kalıcı oluyor eğitici ve öğretici oluyor insanlar derste sıkılmıyor daha eğlenceli oluyor ve insanlar daha çabuk dersi kavrayabiliyor.

Araştırmacı: Özellikle daha akılda kalıcı olduğu için eğlenerek dersi işlediğiniz için diğer derslerde de uygulanabileceğini ya da işlenmesini istediğini ifade ettiniz.

Öğrenci: Evet

Araştırmacı: Katıldığınızı için teşekkür ediyorum.

Öğrenci: Önemli değil.

Öğrenci Asya

Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Biz öncesinde yani ortaokuldayken çoğu zaman ezbere dayalı işliyorduk işlediğimi konuları örneğin bor elementi nerelerde kullanılır ne yapılır gibi sadece ezbere dayalı işledik ancak ben buraya geldikten sonra bor elementinin sadece nerelerde kullanıldığını değil tam içeriklerini öğrendik nasıl meydana geldiğini nerelerde tam anlamıyla kullanıldığını öğrendik bu aklımıza kalıcı yöntemlerle oldu yani sırf ezbere dayalı olmadı. Daha sonra periyodik sistemde hangi atomun nerede olduğunu tam olarak bilemiyorduk artık çok iyi anlamda neyin nerelerde bulunabileceğini çok iyi biliyoruz. Periyodik sistemi kimlerin yaptıklarını bilemiyorduk çok daha farklı yöntemlerle tarihi şerit şeklinde öğrenmiş olduk.

Araştırmacı: Peki şimdi her sorunun sonunda ben bir toparlama yapmak adına hem de sizi doğru anlamış mıyım onu teyit etmek amacıyla bir toparlama yapmak istiyorum. Özellikle ezber yaptığımızı diğer derslerde ama bu yöntemde ezberden ziyade ayrıntılı bir öğrenme yöntemi olduğunu söylediniz ve özellikle bu sayede daha böyle kalıcı olduğunu düşündüğünüzü ifade ettiniz peki başka farklılıklar var mı ezber dışında?

Öğrenci: Ben öncelikle üretmeyi öğrendim, bir ürünün nasıl üretileceğini öğrendim, tasarlamayı, hayal kurmayı geliştirdi benim açımdan bu yüzden çok faydalı olduğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Özellikle mesela diğer yöntemlerde ozaman tasarlama ve hayal gücünü kullanmamış mıydınız yada kullanmıyormusunuz?

Öğrenci: Daha önce ezbere dayalı olduğu için hayal kuramıyorduk bir şeyi gözümüzün önüne getiremiyorduk şimdi ise gözümüzün önüne nasıl getirebileceğimizi öğrendik hayal edemediğimiz şeyleri nasıl görebileceğimizi öğrendik.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Şimdi aklınıza daha sonra gelen bir şeyler olursa eklemek istediğiniz veya yeniden soruya dönmek isterseniz sonrasında dönebiliriz.

Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Birçok etkinlik yaptık mesela periyodik sistemin tarihsel gelişimiyle ilgili bir şey tasarlamıştık. Daha sonra mesela seçtiğimiz bir elementi tanıtmaya elementin üç boyutlu hale getirme gösterme açısından etkinlikler yapmıştık bu etkinlikler gerçekten çok çok çok akılda kalıcı oldu benim açımdan geliştirici eğitici oldu.

Araştırmacı: Tasarlama etkinlikleri yaptınız peki onun dışında acaba başka hani ne tür etkinlikler yaptınız.

Öğrenci: Elements 4D uygulamasını kullandık bu sayede gözle göremeyeceğimiz elementlerin nasıl göründüklerini gördük.

Araştırmacı: mesela örnek verebilir misiniz etkinliklere ne tür etkinlikler yaptınız mesela.

Öğrenci: Lavosier 'in geçmişten günümüze bize neler kattığını gördük. Einstein olsun diğer bilim adamlarının neler kattığını gördük bunlarla ilgili araştırmalar yaptık. Kendimiz araştırarak hem nasıl öğrenmemiz gerektiğini ve nasıl araştırmamız gerektiğini öğrendik. Görsel olarak animasyon ve video izlememize olanak sağlandı.

Araştırmacı: 4D Elements uygulamasını kullandığınızı söylediniz, bilim adamlarının hayatlarıyla ilgili çeşitli çalışmalar yaptığınızı söylediniz, videolarla çeşitli animasyonlar gösterilerinin size sunulduğunu söylediniz. Bu tarz etkinliklerden bahsettiniz. Peki teşekkür ederim. Acaba bu etkinliklerden en çok hoşunuza giden etkinlikler hangileri oldu?

Öğrenci: Ben Element 4D uygulamasını çok sevmiştim çünkü hepimizin parmak izleri farklı olduğu gibi elementlerinde birbirinin özellik ve görünüş açısından farklı olduğunu gördüm

öğrendim ve bir elementin başka elementlerle bileşik yapıp doğada bulunma hallerini gaz, katı, sıvı hallerini gördüm normalde bunları göremezdim. En çok hoşuma giden etkinliklerden biride video izlememiz oldu. Hatırlayamıyorum.

Araştırmacı: Eğer hatırlarsanız daha sonra dönme imkanımız var eklerseniz sevinirim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Birçok katkısı olmuştur mesela hayal edebilmeyi, bilim adamlarının ortaya ne koyduğunu değil nasıl çıkardıklarını, işleyişlerini nasıl geliştirdiklerini, bulunmamış bir şeyi nasıl bulduklarını gibi şeyleri öğrenmemizi sağladı.

Araştırmacı: Özellikle bilim adamlarının hayatlarıyla ilgili daha ayrıntılı bilgiler verdiğini söylediniz. Onun dışında peki ne tür katkıları olmuştur ders esnasında dersleriniz nasıl geçti mesela?

Öğrenci: Derslerimiz çok eğlenceli geçti düz bakmamayı çok açıdan bakmayı öğrendik birçok konuda.

Araştırmacı: Farklı açılardan bakabilmeyi sağladığını söylediniz, bir de başlangıçta ifade ettiğiniz şeyi atlamadan söylemek istiyorum hayal etmeyi sağladığını söylediniz. Peki teşekkür ederim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Evet.

Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Akılda kalıcı oldu mesela eski yöntemlere baktığımız zaman akılda kalıcı olmuyordu. Mesela iki yıl önceki konuyu hatırlayamam ama bundan dört yıl sonra bile bugün işlediğimiz konuları hatırlayabileceğimi düşünüyorum çünkü birçok deney yaptık sadece okuyarak değil gözlemleyerek öğrendik birçok şeyi mesela elektroliz deneyinde gördüğümüz gibi hidrojen ve oksijenin nasıl ayrıştığını kendi gözlerimizle görmüş olduk birçok şey kattı bana.

Araştırmacı: Özellikle akılda kalıcı olduğunu uygulamalar yapmaya fırsat verdiğini ifade ettiniz. Peki acaba başka eklemek istediğiniz bir şey var mı? Size olumlu gelen yönleriyle ilgili.

Öğrenci: İlk adıma nereden başlayacağımı öğrendim nereden başlayıp nereye doğru gideceğimi adım adım öğrendim, basitten zora doğru bir ilerleme görüldü ve şu an eskiye baktığımda kendimi çok daha ileride görüyorum.

Araştırmacı: Özellikle bir hiyerarşik öğrenme gerçekleştiğini söylediniz basitten zora doğru. Peki teşekkür ederim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Hayır düşünmüyorum. Genel olarak çok eğlenceli geçti derslerimiz başka türlü işleseydik bu kadar eğleneceğimiz düşünmüyorum ve böyle daha akılda kalıcı oldu.

Araştırmacı: Derslerin eğlenceli ve akılda kalıcı olduğunu düşündüğünüzü söylediniz bu yüzden de olumsuz bir yönü olmadığını ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim.

Uygulama sırasında herhangi bir güçlük karşılaştınız mı?

Öğrenci: Evet tabi ki.

Evet ise bu güçlükler örnekler veriniz.

Öğrenci: Özellikle malzeme bulma konusunda, bir şeyin üstünü bu şeyi nasıl geliştirme konusunda çok fazla düşündüm bunun üzerine neler ekleyebilirim hangi açılardan düzeltebilirim gibi çok düşündüm bunu da hocam sayesinde geliştirdim uyguladım.

Araştırmacı: Özellikle Malzeme bulmakta ve tasarlama aşamasında sorun yaşadığınızı ya da güçlük yaşadığınızı ifade ettiniz. Peki acaba bu tasarlama aşamasında neden sorun yaşamış olabilirsiniz?

Öğrenci: Eskiden tek aşama dümdüz bakarken şimdi çok aşamalı yani oraya nasıl ulaşabileceğimi birçok aşamadan görmeye başladım böyle yapabilirim yada bu yoldan gidersem daha kolay olur gibi bir çok yöntem denemeyi gördüm o yüzden çok daha kolay ulaşıyor sonuca.

Araştırmacı: Özellikle çoklu bakış gerektirdiği için biraz zorlandığınızı söylediniz ama sanırım bununla ilgili problemlerinizi de hallettiniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki çok teşekkür ederim.

Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: Birçok yönü var aslında. Eskiden bu türde bir uygulama yoktu bizim hayatımızda bilgiyi kendim bulmayı öğrendim başta eskiden hep tek hocalarımızın verdiği bilgiyle yetinirken şimdi kendi bulduğumuzu da hocalarımızın anlattıklarının üstüne katarak birçok fazladan bilgi edindim. Bu yüzden bilgilerimin çok daha fazla olduğunu söyleyebilirim.

Araştırmacı: Özellikle bilgiye kendiniz ulaşmanızı size ilginç ve farklı geldiğini ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim.

Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Tabi ki yıllar sonra bile bu öğrendiklerimi unutmayacağımı söyleyebilirim.

Araştırmacı: uygulamanın sizin öğrenmenizi kalıcı olarak etkilediğini ifade ettiniz.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Evet isterim.

Araştırmacı: Genel olarak ekleyeceğiniz bir şey var mı?

Öğrenci: Hayır teşekkür ederim.

Araştırmacı: Ben teşekkür ederim.

Öğrenci Aslı

Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Bu yöntemde kendimiz araştırdık. Kendi araştırmalarımızdan dolayı bilgiyi kendimiz edindik bu bilgi edinme yolu da daha öğretici oluyor önceden sadece öğretmenlerimizin anlatmasında sadece sözel olarak anlıyorduk genelde o yüzden öğrenemiyorduk ya da kalıcı olmuyordu öğrendiklerimiz sınavdan önce daha genel tekrarlar yapmamız gerekiyordu ya da birkaç yıl sonra hatırlamaya çalıştığımızda eskisi gibi yapamıyorduk konuları. Şuan öyle olduğunu düşünmüyorum yani birkaç yıl sonra yine aynı şekilde hatırlayacağımı düşünüyorum.

Araştırmacı: Her soru sonunda ben doğru anlamış mıyım diye teyit etmek istiyorum sizi. Özellikle kendi öğrenmenizi kendiniz gerçekleştirdiğiniz için kalıcı bir öğrenme olduğunu söylediniz. Peki diğer derslerde ne tür yöntemler kullanılıyordu yani diğer derslerden farkı ne olmuş oldu acaba bu stratejinin?

Öğrenci: Diğer derslerde genellikle kitap kullandığımız için kitabın üzerinden sözel olarak geçiyorduk ama şuan kağıtlar dağıtılıyor. O kağıtlar üzerinden biz kendimiz araştırmalarımızı geniş şekilde yapıyoruz ve araştırmada neyin doğru neyin yanlış olduğunda görmüş oluyoruz kitaplarda tam doğru bilgiye ulaşamadığımız oluyor.

Araştırmacı: Özellikle diğer derslerde kitaptan kitap üzerinden derslerin işlendiğini ama burada kendi araştırmalarınızı kendiniz yaptığınızı ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim. Bu arada daha sonra aklınıza gelen herhangi bir şey olursa ekleyebilirsiniz. Yeniden o soruya dönebiliriz.

Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Genellikle kendi elimizle yaptığımız projeler çok yaptık sonra öğretmenimizin dağıttığı kağıtları çok sık kullandık ve bu kağıtlar bilim adamlarıyla ilgiliydi bilim adamlarının hayatlarını araştırdık yaptıklarını araştırdık öyle yani.

Araştırmacı: Farklı başka etkinlikleriniz oldu mu acaba?

Öğrenci: Teknolojiyi kullandık, slaytlar izledik sonra tableten bir program üzerinden elementleri hem bileşik hem görüntüleri yapılarını görebildik.

Araştırmacı: Peki teknolojiyi başka ne tür etkinliklerde kullandınız?

Öğrenci: Ders işlerken sürekli kullanıyoruz zaten slaytlar üzerinden ders işliyoruz, videolar çekiyoruz dersimiz için konu olarak bir konu belirliyoruz o konu hakkımda kendi

görüşlerimizin içinde geçtiği videolar çekiyoruz sürekli bu videolarda kendimiz bir şeyler araştırıyoruz yine aynı şekilde.

Araştırmacı: Özellikle teknolojik destekli etkinliklere yer verildiğini söylediniz elementlerle ilgili teknolojik uygulama yapıldığını söylediniz çalışma kağıtlarıyla ilgili birtakım etkinlikler yaptığınızı ifade ettiniz onun dışında da projeler yaptığınızı söylediniz. Peki bu saydığımız etkinliklerde veya genel olarak düşündüğünüzde en çok hoşunuza giden etkinlik veya etkinlikler neler olmuş olabilir?

Öğrenci: Kendi elimizle yaptığımız projeler ciddi çok eğlenceli oluyor ve hem kendimiz düşündüğümüz hem konuları kendimiz belirlediğimiz için de bir şeyler katabiliyoruz kendi içimizden ya da dersten küçük bir ayrıntıyı projemize uygulayabiliyoruz. Mesela o yaptığım şey saha derste geçmişti bu kadar yani en sevdiğim o projelerdi.

Araştırmacı: Evet özellikle projelerin, proje etkinliklerinin yani bir şeyler tasarladığınız etkinliklerin hoşunuza gittiğini ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Biz kendimiz bir şeyleri yaptığımız için daha çok aklımızda kalıyor yine baştaki gibi daha çok, daha iyi ve etkili öğreniyoruz. Sonra mesela diğer fen derslerindeki gibi sadece yazıda kalmıyor biz elimizde üç boyutlu ya da aklımızda kalacak görsel şekillerde etkinlikler yapıyoruz bunlarda daha kalıcı oluyor öyle olduğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Özellikle üç boyutlu veya işte görsel birtakım çalışmaların aklınızda kalıcı olduğunu ifade ettiniz ve kalıcılık anlamında size bir katkı sağladığınızı düşündüğünüzü ifade ettiniz. Peki acaba başka ne tür katkıları olabilir mesela dersleriniz genel olarak nasıl geçti?

Öğrenci: Dersler çok eğlenceli hem de herkesin katılabileceği şekilde. Az bilsek de, çok bilsek de, yanlış bilsek de derse katılımımız oluyordu. Yanlışlarımızı düzeltiyoruz ya da eksik bilgilerimizi tamamıyoruz derste. Herkes farklı şeyler araştırdığı için farklı şeyler ekleniyor bir kuyunun içine sürekli su damlaması gibi sürekli bir şeyler ekleniyordu bilgilerimize bu verilerde zaten kalıcı oluyor.

Araştırmacı: Evet güzel peki özellikle farklı bakış açılarının bir araya geldiğini ifade ettiniz, herkesin derste aktif olarak katıldığını, söz aldığını azda bilse çokta bilse söz aldığını ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Evet düşünüyorum.

Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Çünkü hem toplu olarak derse katılmada dersin düzeni bozulmuyor sürekli derste bir akış bozulmuyor yani dikkat dağılmıyor herkes derse tam olarak adapte olabiliyor sonra bu kadar çok bir şey aklıma gelmedi.

Araştırmacı: Özellikle herkesin derse katılmasının olumlu bir şey olduğunu söylediniz. Acaba hani genel olarak düşündüğünüz zaman bu atom ve periyodik sistem ünitesinde güzel geçen iyi olan olumlu olan başka bir şeyler olabilir mi?

Öğrenci: Evet çünkü mesela periyodik tabloyu ezberle bilmiyoruz çoğumuz ezberlemek zaten çok zor bir şey ama onu yani kolay yollardan öğrenmiş oluyoruz kullanılan yerleri öğrenerek de yerini bulabiliyoruz en azından. Farklı farklı şeyler eklendiği için bilgilerimize daha geniz öğrenmiş oluyoruz bir yerden tutturamazsak başka bir yerde bir şekilde tutturuyoruz.

Araştırmacı: Özellikle periyodik sistem örneğini verdiniz. Periyodik sistemde öğrenmenizi kolaylaştırdığınızı ifade ettiniz farklı şekillerde öğrenmenizi sağladığınızı ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Olumsuzluklarının olduğunu ben düşünmüyorum ama derse ilgisi olmayanların derste sıkıldığını düşünüyorum çünkü araştırıp gelmemek veya bir şeyler elde edememek üzer bir insanı ben olsam üzülürdüm ancak hem araştırıp hem de bir şeyler gelmesi genel olarak çok iyi etkiliyor.

Araştırmacı: Özellikle araştırmayan yani bu konuda, çalışma konusunda istekli olmayanlar için ders akışının sıkıcı gelebileceğini ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim. Uygulama sırasında herhangi bir güçlkle karşılaştınız mı? Evet ise bu güçlklere örnekler veriniz.

Öğrenci: Eskiden fen dersleri görüyorduk fen derslerinde genellikle kimya konularında araştırma yapmıyorduk biz kendimiz elimize birkaç formül veriliyordu ya da periyodik tabloyu ezberlememiz isteniyordu ama şu an böyle değil derste öğrenmemiz sağlanıyor sonra bizim öğretmenizin dağıttığı kağıtlardan kendimiz araştırıp bulduğumuz için daha iyi öğreniyoruz.

Araştırmacı: Acaba işte hani bir güçlük olarak düşündüğünüzde ne tür güçlükler yaşadınız uygulamalar esnasında?

Öğrenci: Biraz daha fazla uğraşıyoruz.

Araştırmacı: Biraz daha fazla uğraştığınızı ifade ettiniz. Ama şeyi de atlamayalım o zaman bu güçlük anlamında size daha fazla mı çalışmanızı gerektiren bir sistem?

Öğrenci: Ya fazla değil gerektiği kadar.

Araştırmacı: Fazla değil ama gerektiği kadar bir çalışma gerektiriyor bu da belki bir güçlük olarak kabul edilebilir dediniz. Peki teşekkür ederim.

Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: Genel olarak fen derslerinde bizim kendimizin yaptığı projeler kullanılmıyor ya da kendimiz yapıyorsak çok basit şeyler kullanıyoruz.

Araştırmacı: Peki başka ne söyleyebiliriz?

Öğrenci: Kendimiz yaptığımız içinde daha kaliteli oluyor hem öğrenmemiz kolaylaşıyor hem büyük şeyler yapabiliyoruz daha geniş düşünebiliyoruz. Bir konuya sadece sağdan veya soldan değil tamamından bakabiliyoruz 360 derece etraftan dönebiliyoruz.

Araştırmacı: Özellikle farklı yönlerden baktığımız için bu tarafın size ilginç geldiğini söylediniz. Bir de yaptığımız ürünler burada kullanıldı mı yani yaptığımız projeler yani onunla ilgili bir ifade kullandınız ama?

Öğrenci: Evet kullanıldı sergilere katıldık. Sergilerde genel olarak tüm okul öğretmenlerimizin gördü projelerimiz vardı. Projelerimizi okul öğrencilerine anlattık nasıl yaptığımızı ne düşündüğümüzü anlattık onlara.

Araştırmacı: Peki başkalarına sergilemenin güzel tarafı nedir acaba?

Öğrenci: Kendimiz ne kadar öğrenmişiz diye bakarken hem de başkalarına bir şeyler öğretebiliyoruz hem yeniden aklımıza getiriyoruz bilgileri unutmamak için daha iyi oluyor hem. Hem de başkaları da bu bilgiden etkilenebiliyor.

Araştırmacı: Bu sergilerin özellikle hani bilgilerinizi tekrar etmekte ve başkalarına aktarmakta etkili olduğunu ifade ettiniz ve bu da sizin için ilginç bir tecrübe olmuş anladığım kadarıyla.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Evet düşünüyorum genellikle kimya yazılılarına diğer derslerden daha az hazırlanarak yeteri kadar öğrendiğimi anlıyorum. Kimyayla aram çok iyi olmasa da kötü notlar alıyorum evet biliyorum bunu ama az bilgiyle en azından yapabileceğimin en iyisini yapıyorum kimya dersinde.

Araştırmacı: Diğer derslere nazaran belki daha az bir çalışmayla sınavlara girdiğinizi ifade ettiniz ama sonuçlar pek iyi...

Öğrenci: Kimyayla aram iyi olmadığı için o da bence.

Araştırmacı: Bu notlarında aslında ders anlatımıyla ilgili değil ama sizin bireysel olarak bir kimya dersiyle ilgili düşüncenizden kaynaklandığını ifade ettiniz. Peki acaba yapılan bu uygulama sizin kimya dersine karşı bu olumsuz düşüncenizi herhangi bir şekilde değiştirdi mi?

Öğrenci: Evet değiştirdi önceden fen derslerinde kimya konularıyla hiç ilgilenmezdim derste, derslerden kaçardım uyurdum derslerde ama şuan kimya derslerinde hem eğleniyorum hem de derse katılma ihtiyacı duyuyorum. İçimden bilmesem bile katılmak istiyorum derse. Sınavlara hiç kitaba bakmadan girmiyorum kesinlikle böyle bir kitabı açıp bakıyorum neyi biliyorum neyi bilmiyorum. Bilmediğim bir şey genellikle çıkmıyor zaten aklımda oluyor her şey birazda sınav heyecanından dolayı yapamadığımı düşünüyorum. Bu kadar yani.

Araştırmacı: Geçmişteki durumla şimdi ki durumu karşılaştırdığınız zaman; şimdi esasen daha olumlu düşündüğünüzü ifade ettiniz, özellikle sınav sonuçlarının da belki de sınav

heyecanıyla ilişkili olabileceğini ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim. Uygulamanın kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Düşünüyorum.

Araştırmacı: Evet. Peki acaba bunun herhangi bir şeyini gördünüz mü? Yani kalıcı olduğunu düşünmenize ne sebep oluyor mesela?

Öğrenci: Çalışmaya başladığımda bir cümleyi okurken cümleyi tamamlayabiliyorum. İlk iki kelimesini okuduktan sonra zaten aklımdan geri kalanı geçiyor yada benzer bir şey hemen aklıma geliyor. Bilim adamlarının mesela sadece ismini okumam ne yaptığını çalışmasında neyi kullandığını aklıma gelmesini sağlıyor yani.

Araştırmacı: Peki bu aklınıza gelmesini sağlayan şey ne olmuş olabilir sizce?

Öğrenci: Bizim araştırmalarımız yani verilen kağıtları tam olarak doldurmaya çalışmamız yapamadıklarımızda hem sınıf ortamında hem öğretmenlerimize sorarak bulmaya çalışmamız. Yaptığımız projelerle bilim adamlarını araştırdık birinde orada hem arkadaşlarımızın projelerini okurken gözlemlerken hem de kendi projelerimizi yaparken aklımızda küçük küçük detaylar kalıyor buradan da zaten hepsini tamamlayabiliyoruz.

Araştırmacı: Peki bilim adamlarının hayatlarıyla ilgili mesela farklı ve ilginç olan ne yaptınız yani normalde var olan dışında, işte var olan konular dışında veya normal dışında ekstra ne yaptınız mesela yani bilim adamlarının hayatında farklı olarak ne kaldı sizde mesela?

Öğrenci: Mesela çoğu kitapta geçmeyen bilim adamlarının çalışmalarını etkileyen dış unsurlarını da araştırdık. Evlilik durumları sonra çevresinde yaşanan dinden işte kimyada o an o yıl düşünülen bakış açısı o deneyle ilgili sonra aklıma gelmiyor söyleyecektim unuttum.

Araştırmacı: Genel olarak bilim adamlarının bilinen dışındaki yaşantılarını da araştırdığınızı ifade ettiniz. peki teşekkür ederim.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Tabi ki isterim. Çünkü hem daha kolay geliyor hem öğrenmemiz kolaylaşıyor ezber dışında bir öğrenim gerçekleştiriyoruz. Yani şu an eğitim sistemimiz ezber üzerine dayalı herkes bunun zaten farkında. Ama şuan işlediğimiz kimya dersleri ezberden daha çok öğrenme aklımıza yatması mantığını anlamamız üzerinden gidiyor.

Araştırmacı: Peki çok teşekkür ederim. Özellikle bundan sonraki derslerinde bu tarz zengin etkinliklerle işlenmesini ifade ettiniz bununda daha kalıcı ve daha eğlenceli olabileceğini söylediniz. Peki genel olarak başka eklemek istediğiniz herhangi bir şey var mı?

Öğrenci: Yok.

Araştırmacı: Çok teşekkür ediyorum.

Öğrenci: Rica ederim.

Öğrenci Ayşe

Araştırmacı: Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Bence atom ve periyodik sistem ünitesinde ben çok keyif aldım yaptığımız çalışmalarla laboratuvar ortamında çalıştık o beni çok etkiledi sınıf ortamından ayrı farklı bir ortamda çalışmamız. Kendimi güzel ve çok iyi hissettim ve çok katkı sağladığımı düşünüyorum mesela test sorusu geldiğinde çok rahat cevaplayabiliyorum. Değişik videolar izledik onlar sayesinde aklımda çok çabuk kaldı.

Araştırmacı: Şimdi özellikle iki farklı yöntemin karşılaştırılmasını rica ediyorum sizden yani burada atom ve periyodik sistem ünitesindeki ders işlenişiyile diğer ders işlenişleri arasındaki farkları özellikle ortaya koyabilerseniz sevinirim.

Öğrenci: Diğer ünitelerimizde daha çok öğretmenlerimiz bize anlatıyordu periyodik sistem ünitesinde daha çok biz aktiflik hocalarımız anlatıyordu biz bilim adamı gibi düşünmeye çalışıyorduk biz olsak ne yapardık gibi düşünüyorduk kendimizi onların yerine koyuyorduk ondan dolayı daha faydalı olduğunu düşünüyorum benim için.

Araştırmacı: Özellikle hani soru sonlarında da ben bir toparlama yapmak ve doğru anlamış mıyım diye teyit etmek için genel olarak toparlama yapmak istiyorum. Şöyle söylediniz bu atom ve periyodik sistem ünitesinde aktif olduğunuzu söylediniz, bu yüzden kalıcı öğrenme

sağladığını söylediniz diğer ders işlenişlerine nazaran, diğerlerinde öğretmeninizin anlattığını ifade ettiniz ve daha önceki ifadelerinize dayanarak söylüyorum bu derste eğlendiğinizi ve kendinizi iyi hissettiğinizi ifade ettiniz hatta test çözerken aklınıza geldiğini ve kolaylıkla yapabildiğinizi söylediniz.

Öğrenci: Evet doğru.

Araştırmacı: Peki eklemek istediğiniz başka bir fark var mı?

Öğrenci: Hayır yok.

Araştırmacı: Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Konuyu derste öğrendikten sonra sorular, testler, çalışma kağıtları, veriyordu biz onlara hem hazırlanıp gelmiş oluyorduk hem de konuyu pekiştirmek için önemli oluyordu bilim adamlarının hayatları daha kalıcı oluyordu aklımızda hem de derse hazırlıklı gelmiş oluyorduk ders hakkında bilgimiz oluyordu daha aktif oluyordu derse katılımımız.

Araştırmacı: Çalışma kağıtlarıyla ilgili etkinlikler yaptığınızı söylediniz. Peki başka etkinlikler var mı?

Öğrenci: Model tasarladık, favori şeylerimizi bulduk bilim adamlarının hayatlarını farklı şekilde nasıl yorumlayabiliriz periyodik sistemi yorumladık bunları yaptık. Üç boyutlu şekilde resimlerin içlerindeki materyalleri çok rahat görebildik tabletler yardımıyla, teknolojiden çok fazla yararlandık.

Araştırmacı: Özellikle çalışma kağıtlarından bahsettiniz, teknolojik bir takım materyaller kullandığınızı söylediniz bir de tasarımlar yaptığınızı söylediniz. Acaba bu saydığımız etkinlikler veya genel olarak düşündüğünüzde en çok hoşunuza giden etkinlik veya etkinlikler hangileri oldu?

Öğrenci: Benim favori elementim vardı onu yaparken çok keyif aldım bir de bilim adamlarının hayatlarını farklı yorumlamada biraz zorlansam da çok farklı düşünmeyi öğrendim, teknoloji ile yaptığımız üç boyutlu etkinlik çok tuhaftı ilginç gelmişti bana bunları çok beğenmiştim modeller tasarladık kendimizce kendimizi ispatlama fırsatımız oldu. Ondan dolayı bunlar hoşuma gitti.

Araştırmacı: Özellikle üç boyutlu element modelleme ile ilgili yaptığınız etkinliğin hoşunuza gittiğini söylediniz, bilim adamlarının hayatlarıyla ilgili yaptığınız etkinliğin hoşunuza gittiğini söylediniz birde benim favori elementim tasarımı etkinliğinin hoşunuza gittiğini söylediniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki teşekkür ediyorum.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Daha kolay kalıyor aklımızda diğer dersler gibi sadece dinlemeye yönelik değil de o derste bizde söz sahibiyiz kendimizi ispatlıyoruz, ders çalışmakta çok eğlenceli oluyor ezberle dayalı olmadığından dolayı, mantığımızı yatırdıktan sonra daha kolay oluyor bizim için her alanda.

Araştırmacı: Özellikle öğrenmenizi kolaylaştırdığını ifade ettiniz ders çalışma konusunda, bu yolla daha az yorulduğunuz veya zorlanmadığınızı ifade ettiniz. Peki başka eklemek istediğiniz herhangi bir şey var mı?

Öğrenci: Zaten bir hafta önceki dersi her dersimizde tekrarlıyorduk tekrarladıktan sonra çok rahat şekilde öğrenmiş oluyorduk konuyu hani bir günlük değil de bir yıllık öğrenmiş oluyorduk daha fazla kalıyor aklımızda ondan dolayı çok iyi oldu eklemek istediğim başka bir şey yok.

Araştırmacı: kalıcılığının fazla olduğunu ifade ettiniz. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Bence olduğunu düşünüyorum.

Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Dediğim gibi derse çalışmak için ilgimiz oluyor çünkü bizim sözlerimizde geçerli oluyor ben şunu biliyorum derste gördük falan oluyor çok ilginç şeyler izledik derste onlar hakkında araştırma yapma gereği duydum, onlar hakkında araştırma yaptım diğer hafta geldik arkadaşlarla tartıştık, çalışma kağıtlarımızda boş bulduğumuz yerleri doldurmaya çalıştım böylelikle çok yararlı bir çalışma oldu ilk başta gereksiz belki de saçma gibi gelmişti bunu

sınavlarda ve ünite bittikten sonra çok faydasının olduğunu gördüm aklıma çok net bir şekilde oturdu.

Araştırmacı: Toparlamak gerekirse özellikle ilginizi artırdığını söylediniz size de söz hakkı verilmesinin iyi bir şey olduğunu ifade ettiniz ve aklınızda kaldığını öğrenmenizi kolaylaştırdığını ifade ettiniz özellikle sınavlara ve ünite bitiminde yaptığımız şeylere bunun direkt olarak yansıdığını söylediniz. Peki teşekkür ederim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz? Evet ise bu olumsuzluklara örnekler veriniz.

Öğrenci: Bence ilk başta ilk bakıldığında kimyaya dair hiç bir şey bilmeden sonuçta ilk kez kimya görüyoruz sonuçta gereksiz ve saçma bulmuştum ama çok yanılmışım sonradan çok hoşuma gitti bence çok olumsuz yanı yok. Sadece sınav haftaları denk gelince kötü oluyor ondada zihnimiz derste işleyişimiz yönünü düşündüğümüzde kendiliğinden çıkıyor ne model tasarlayan gerektiğini hayal gücünü yansıtıyoruz zaten. Ondan dolayı bence çok bir olumsuz yanı yok.

Araştırmacı: Özellikle başlangıçta ve sınav haftalarında zorlandığınızı ifade ettiniz. Peki ne tür bir zorluk olabilir bu neyle ilgiliydi yaşadığımız zorluk?

Öğrenci: Benim yaşadığım zorluk yapamama gibi değil de acaba ben ne yapabilirim çok farklı bir şeyler yapmak istiyorduk biz hayal dünyamızın girmek istiyorduk ama ben çok korkuyordum acaba ne yapabilirim hani elimden bu gelir çok alışılmış rutin şeyler yapmak istiyorduk ama öğretmenimizin sayesinde hayal dünyamızın dışına çıktık bir çok arkadaşımızla buna bende dahilim. Yapamayacağım dediğim şeyleri yapabilir duruma geldim ondan dolayı da teşekkür ediyorum.

Araştırmacı: Özellikle hani rutin şeyleri alıştığınızı ve o rutin şeylerin dışına çıkmakta zorlandığınızı ifade ettiniz. Özellikle hayal gücü kullanma noktasında sürecin sizi biraz zorladığını ama en sonunda farklı şeyleri sizin de ortaya koyabildiğinizi söylediniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Bunu da bir olumsuzluk olarak belirtebiliriz tabiki.

Uygulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı? Evet ise bu güçlüklerle örnekler veriniz.

Öğrenci: Uygulama sırasında şöyle bir güçlükle karşılaştım acaba şu materyali şurada kullansam mı yok şurada mı kullansam veya buraya nasıl bir şey getirebilirim hangi parçayı kullanabilirim birde kendimden hayal dünyamı yansıtmada problem yaşadım nasıl bir tasarı yapabilirim diye. Sonrasında çok fazla sorunum olmadı.

Araştırmacı: Anladığım kadarıyla özellikle tasarlama aşamasında tasarılarla ilgili yaptığımız çalışmalarda güçlük yaşadığınızı ifade ettiniz. Bununda özellikle hayal gücünüzü kullanmayla ilgili olduğunu ifade ettiniz fakat anladığım kadarıyla sürece alıştıktan sonra olayların biraz daha oturduğunu ve genel olarak daha rahatladığınızı anladım. Doğru anlamış mıyım?

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: İlginç gelen yönleri kendimi aştım bu bana çok ilginç gelmişti ben şunu yapamam dediğim şeyleri yapmaya başladım veya yaptığımız etkinliklerde ödev yaptığımda bir su karton şişesinden çok güzel bir tasarı çıkardım bu benim için çok ilginçti yapılmaz denen bir şeyi yaptığımı düşünüyorum.

Araştırmacı: Özellikle yapamayacağınızı düşündüğünüz şeyleri bu süreçte yapabildiğinizi ve yaptığınız şeylerinde gerçekten sizin için ilginç olduğunu söylediniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederiz. Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Tabikide çünkü derste bizde aktif olarak katılıyoruz ister istemez bu süreç sizi götürüyor, çok eğlenceli geçti benim için laboratuvar ortamı olsun, araç gereçler olsun, malzemeler olsun o masanın etrafında beş altı kişinin toplanması bile böyle kendimi çok özel hissettirdi derse çok fazla ilgimi arttırmama neden oldu. Bundan dolayı da çalıştım kafama da oturdu çünkü artık soru cevap şeklinde gidiyorduk bazı bilmediğimiz konuları bile artık

hocanın ipuçlarıyla veya anlatmalarıyla cevaplayabilir hale geldik bununda benim için çok kalıcı olduğunu düşünüyorum. Çok iyi bir üniteydi benim için.

Araştırmacı: Özellikle sizin sürece aktif katılmanızın önemli olduğunu ifade ettiniz, kendinizi değerli hissettirdiğini ifade ettiniz bir de sınıf dışında farklı bir ortamda ders işlemenin grup çalışması yapmanın sizi ekstra gayretlendirdiğini ifade ettiniz bütün bunlar ve sizin gayretinizle birlikte öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşündüğünüzü söylediniz.

Öğrenci: Evet doğru.

Araştırmacı: Şunu da belirtmeliyim sizin için eğlenceli bir süreç olduğunu söylediniz. Acaba bununda bir etkisi olur mu kalıcılığa?

Öğrenci: Olabilir çünkü bir insana istemediği bir şeyi zorla yaptıramayız veya eğlenmediği zevk almadığı hiçbir şeyi zorla yaptıramayız ondan dolayı çok eğlenceli bir süreci artık kimya dersine of ya kimya dersi diye gelmiyorduk çünkü çalışma kağıtlarımız vardı hani onların dolu olup olmaması zaten derste de tekrar ediyorduk konuyu aktif olarak katılıyorduk ve bence çok önemliydi çok iyiydi bizim için o süreç.

Araştırmacı: Sürece etkin olarak katıldığınızı ve bu yüzden kalıcı olduğunu ifade ettiniz.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: İlk başta istemezdim ama düşündükçe ve kimya derslerine katılır hale geldikçe çok eğlenceli olduğunu gördüm ve bence kesinlikle yapılmalı zaten ödev değildi yani aslında ders çalışma şeyiydi bizim için videolar olsun çalışma kağıtları olsun yaptığımız etkinlikler olsun model yaparken bile ders çalışıyorduk ödev yapmak için değil zaten o modeli de bilgilerimizle derste işlediğimiz konularla alakalı bütünleştirdiğimizde zaten çok iyi bir model veya ders ödev çıkartabiliyorduk bu da bence yapılmalı diye düşünüyorum ödev ama ödev gibi görünmemesi gerekiyor çünkü kimyayla gerçekten hani doğamızda çok bağdaştırıyoruz mesela suyun tuzun kristalleri çok önemli bundan dolayı yapılmasını isterim ben.

Araştırmacı: Özellikle kimya dersinde ve kimya dışındaki diğer derslerde de bu şekilde zengin etkinliklerle dersin işlenmesini istediğinizi ifade ettiniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki çok teşekkür ediyorum.

Öğrenci Hale

Araştırmacı: Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Atom ve periyodik sistemde uygulamalar olarak anlattık mesela deneyler yaparak anlattık ama önceki fen derslerimizde sadece kitap tan okuyup geçiyorduk sözel olarak işliyorduk ama bunda uygulamalı olarak işlediğimiz için aklımızda daha kalıcı olduğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Ben her soru sonunda doğru anlamış olup olmadığını yorumlamak için bir toparlamam gerekiyor. Diğer derslerde daha çok böyle okuyup geçtiğinizi uygulamalara yer verilmediğini ama bu atom ve periyodik sistem ünitesinde ise uygulamalar yaptığınızı bu yüzden de daha kalıcı olduğunu ifade ettiniz. Peki acaba başka farklar var mı?

Öğrenci: Mesela takımsal olarak çalıştık grup halinde bu da bizim arkadaş ortamında daha iyi anlaşabilmemizi sağladı, liderlik gücümüzü arttırdı mesela zihinsel olarak uygulama olarak yaptığımız için aklımızda daha kalıcı oluyor ve unutmamızı engelliyor.

Araştırmacı: Özellikle grup çalışmaları yaptığınızı bununda diğer derslerde olmadığını yani bir fark olduğunu mu ifade ediyorsunuz?

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki. Acaba genel olarak ders işlenişiyile ilgili farklı olarak dikkatinizi çeken bir farklılık oldu mu?

Öğrenci: Mesela siz hep örnek göstererek anlatıyorsunuz ama diğer hocalarımız örnek göstermediği için mesela doğayı da ele alarak işliyoruz biz derslerimizi ama orada sadece sözel olarak işliyoruz biz. Düşünerek işliyoruz aslında kimya derslerini.

Araştırmacı: Özellikle düşünmeye sevk ettiğini düşündüğünü ifade ettiniz yine bunu da bir fark olarak belirtilebileceğini söylediniz. Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Elements 4D adında bir uygulama vardı oradan mesela kutu içinde bir elementin yapısal türünü yani kimyasal türünü gördük buda bizi zihinsel olarak daha da canlandırdı bizi mesela, bir kara kutumuz vardı tahmin etmeye çalıştık oradaki şeylerin ağırlığına bakarak mıknaşın çekip çekmemesine bakarak o maddenin ne olduğunu bulmaya çalıştık bu çok iyiydi, mesela ondan sonra Einstein' in büyük fikri...

Araştırmacı: Nedir Einstein' in büyük fikri?

Öğrenci: Mesela kütlelenin korunumunu bulmuştu onu nasıl koruyabileceğimizi düşünmüştük siz slaytlarda göstermiştiniz falan öyleydi.

Araştırmacı: Kütlelenin nasıl korunabileceğini nasıl düşündünüz? Yani ne yaptınız etkinlik olarak?

Öğrenci: Mesela bir deney yaptık suyu balona koyduk balonu şişirmiştik kütlelenin hesaplamıştık her iki deney sonucunda da aynı çıkmıştı bu da kütlelenin korunumunu ispatlıyordu.

Araştırmacı: Deneysel etkinlikler yaptığınızı söylediniz, 4D Elements gibi teknolojik bir takım etkinlikler yaptığınızı söylediniz. başka acaba farklı bir çalışma yer aldı mı?

Öğrenci: Tasarımlar yaptık elementler hakkında periyodik sistem hakkında mesela bor elementinin modelini yapmışım ben orada özelliklerini atom numarasını kütle numarasını yazmışım şeklini nasıl olduğunu yapmışım, modelleyerek de zihnimizi geliştirdik tasarımıımızı geliştirdik el becerimizi geliştirdik.

Araştırmacı: Tasarım etkinliklerinin olduğunu söylediniz. Arada deney yaptığınızı söylediniz kütlelenin korunuyla ilgili deneysel çalışmalar yaptığınızı ifade ettiniz. Peki bu yaptığınız etkinliklerden en çok hoşunuza giden etkinlik veya etkinlikler?

Öğrenci: Mesela kara kutu benim çok hoşuma gitmişti orada mesela maddenin ne olduğunu bulmaya çalışıyorduk eğlenerek yaptık gittik mıknaşla çekmeye çalıştık ağırlığını ölçtük diğer dıştaki maddelerle karşılaştırdık acaba bu olabilir mi diye zihnimizi daha da geliştirdik düşünme yeteneğimiz de gelişti mesela ne olabileceğini bulmaya çalıştık, bilim adamları da öyle yapmıştır belki bilmediği bir şeyi tahmin etmeye çalışmıştır bizde onlar gibi yapmaya çalışmıştık bilim adamları gibi düşünmeye çalıştık aslında.

Araştırmacı: Bilim adamları gibi düşünmeye çalıştığımız kara kutu etkinliğinin sizin açınızdan en sevdiğiniz en hoşunuza giden etkinlik olduğunu söylediniz. Eklemek istediğiniz bir şeyler olursa beni durdurabilirsiniz sonra tekrar dönebiliriz tekrar ekleyebilirsiniz sıkıntı olmaz yani. Peki devam ediyorum. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: O bilgiyi unutmamamı sağladı mesela diğer derslerde daha çabuk unutuyorum ama burada hem tekrar ediyoruz hem de uygulamalar olarak yaptığımız için aklımda daha kalıcı oluyor böyle.

Araştırmacı: Özellikle kalıcı öğrenmeyi sağladığını söylediniz bu anlamda size katkı sağladığını düşündünüz.

Öğrenci: Hem de eğlenerek yaptığımız için kimya dersini daha çok seviyoruz. Yani sevmeye de teşvik ediyor bizi.

Araştırmacı: Özellikle derse karşı bir sevgi oluşturduğunu söylediniz. Peki ekleyeceğiniz başka bir şey var mı?

Öğrenci: Yok.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Dediğim gibi kalıcı oluyor bilgi, eğlenerek yapıyoruz, dersi daha da sevmemize şey yapıyor, bilim adamları gibi düşünmemize yarıyor. Belki de biz bir şey bulacağız ileride böyle deneylerle yaptığımızda. Mesela Einstein kütlelenin korunumunu buldu biz de daha farklı bir şey bulabiliriz bu tarzlarda bu deneyler sonucunda.

Araştırmacı: Özellikle eğlenceli olduğunu ifade ettiniz, kalıcı öğrenmeyi sağladığını ifade ettiniz bir de düşünmeye sevk ettiğini ifade ettiniz. Özellikle bilim adamları gibi düşünmenin sizin bundan sonra belki keşif yapma anlamında size bir yol açabileceğini belki bir Einstein gibi farklı şeyler bulabileceğinizi ifade ettiniz. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz? Evet ise bu olumsuzluklara örnekler veriniz.

Öğrenci: Ya biraz daha yorucu oluyor mesela sürekli deney yapıyoruz diğer derslere de belki ağırlığımızı veremeyiz daha çok kimya dersine verdiğimiz için o derslerimiz biraz kötüleşebilir ama kimya dersimiz daha da iyi oluyor yani bizi biraz yoruyor bu deneyler ama yine de iyi oluyor.

Araştırmacı: Özellikle yorucu olabileceğini söylediniz neden yoruluyorsunuz acaba sizi yoran şey ne olabilir?

Öğrenci: Daha çok düşünüyoruz beynimiz daha çok çalışıyor o da beynimizin daha çok yorulmasını sağlıyor bence.

Araştırmacı: Peki daha çok çalışmanızı gerektiren neler yapmış olabilirsiniz acaba? Yani daha çok çalışmayı gerektiren ekstra bir şeyler mi yaptınız bu derste bu etkinliklerde?

Öğrenci: Mesela çalışmalarımızda nasıl daha iyi olabilir nasıl daha güzel olabilir diye çok düşündük. Mesela dört tane performans yapmıştık onlar da şunu yapsam beğenilir mi bunu yapsam çok mu basit olur diye sürekli düşünüyorduk daha iyisini bulmaya çalışıyorduk bence daha çok düşüncemizi ufkumuzu genişletti diye söyleyebilirim.

Araştırmacı: Özellikle bu tasarımla ilgili yaptığınız çalışmalar da belki tasarım aşamasında hani şu mu daha iyi olur bu mu daha iyi olur şeklinde tasarım aşamasında sizi yordüğünü ifade ettiniz. Bunu da yine bir olumsuzluk olarak söyleyebileceğimizi belirttiniz. Uygulama sırasında herhangi bir güçlüklerle karşılaştınız mı? Evet ise bu güçlüklerle örnekler veriniz.

Öğrenci: Mesela takım olarak çalıştık aramızda bazı anlaşmazlıklar oldu. Bir liderlik şeyi de oldu sen onu yönetiyorsun bu onu yönetiyor gibi şeyler oldu. Arkadaşlar arasında bazı sürtüşmeler olabildi takım arasında bu kadar yani.

Araştırmacı: Özellikle grup çalışmasında bir takım hani arkadaşlar arası ilişkilerle ilgili bir takım güçlükler yaşadığınızı ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim.

Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: Mesela Elements 4D deneyini yapmıştık. Orada ilk defa bir elementin iç yapısını gözlemlemiştim bu benim çok hoşuma gitmişti mesela ilk defa gördüğüm birşeydi yani.

Araştırmacı: 4D Elements uygulamasının sizin için özellikle elementin yapısıyla ilgili şeyleri görebilmenizi sağladığı için ilginç geldiğini ifade ettiniz. Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Evet şuan hala hatırlıyorum o bilgileri. Belki böyle deney yapmasaydık uygulama yapmasaydık belki aklımda kalmayacaktı.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Öğrenmenizin kalıcı olduğunu ifade ettiniz.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Tabi ki isterim yani her öğrencinin istediği bir şey bu bence.

Araştırmacı: Peki neden istiyorsunuz yani bunu istemenizdeki sebep nedir?

Öğrenci: Bir kere dersi sıkıcı işlemiyoruz eğlenerek işliyoruz bu da bizim dersi daha çok sevmemizi teşvik ediyor ondan sonra bilginin daha kalıcı ve istekli olabileceğini şey yapıyoruz. Mesela her zaman bilgi öğrenmek istiyoruz derslerde acaba yeni bir şey var mı böyle bir şey olacak mı diye hep düşünüyoruz yani istiyoruz bilgiyi ve bilgide daha kalıcı oluyor bizde böyle yaparak.

Araştırmacı: Öğrenme sürecinin eğlenceli geçtiğini ifade ettiniz, öğrenmenizin kalıcı olduğunu ve sizde acaba ne öğreneceğiz şeklinde bir merak uyandırdığını teşvik ettiğini söylediniz bu yuzdende diğer derslerde de işlenmesini istediğinizi ifade ettiniz. Peki çok teşekkür ediyorum katkılarınızdan dolayı.

Öğrenci: Rica ederim.

Öğrenci Ece

Araştırmacı: Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Kimya sayısal bir ders ama bazı konuları ezber olarak öğrenmemiz gerekiyor ama kendi işlediğimizde kendi yapmış olduğumuz çalışmalar neticesinde kendimiz araştırmakta olduğumuz için insan kendi araştırdığını daha iyi öğrendiğinden dolayı kendimiz daha iyi benimseyip daha iyi öğrendik bunu söyleyebilirim.

Araştırmacı: Özellikle bu atom ve periyodik sistem ünitesinde yapılan yöntemle kullanılan materyallerle kendiniz öğrendiğiniz için kendi kendinize öğrenmek durumunda kaldığınız için daha benimsediğinizi söylüyorsunuz. Peki başka eklemek istediğiniz bir farklılık. Peki diğer derslerde yada kimya dersi için konuşuyorum diğer ünitelerde ne tür bir işleyiş söz konusu.

Öğrenci: Diğer ünitelerde kendimiz yapmış olduğumuz özetlerle kendimiz öğreniyoruz ama bu atom ve periyodik sistem ünitesinde hem kendimiz özetlerimizi yaptık hem bunun yanında da farklı etkinlikler yaptık mesela kendimize özgü periyodik sistem tasarladık atom modeli yaptık bunun gibi bunları yapmak için de belirli bir araştırma yaptık bu araştırma sayesinde de öğrendik.

Araştırmacı: süreç esnasında da öğrenmeyi sağladığınızı söylediniz. Ama diğer ünitelerde kendiniz özet çıkardınız ve o şekilde öğrenmeye çalıştığınızı söylediniz. Peki teşekkür ederim. Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Kendimiz periyodik sistem oluşturduk hatta bunun ayrıntılı olarak isteyenler bir kısmını isteyenlere tamamını olarak ayırdık ama genel bir periyodik sistem hazırladık kişisel bir periyodik sistemdi periyodik sistemle ilgili onun elementlerin sınıflandırılmasıyla ilgili olarak söyleyeyim kendimiz pankartlar yaptık tanıtım kartları hazırladık öyle.

Araştırmacı: Başka ne tür etkinlikler başka ne tür mesela aklınızda kalan uygulamalar var? Peki aklınıza gelirse daha sonra ekleyebilirsiniz. Peki bu etkinliklerden en çok hangisi hoşunuza gitti mesela yapılan uygulamalar sırasında kullanılan materyaller ve etkinliklerden en çok hoşunuza giden hangisi oldu?

Öğrenci: En çok hoşuma giden atom modeli yapmıştık ya onda daha bir çaba sarfettik daha bir özen gösterdik daha bir imrendik böyle birbirimize o çok hoşuma gitmişti.

Araştırmacı: Evet. Tasarımla ilgili olan etkinliğin hoşunuza gittiğini söylediniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Bana ne gibi katkıları oldu normalde kimya dersini biz kitap defter olarak işliyoruz kitaptan takip edip deftere yazıyoruz ama kimya dersinde biz farklı etkinlikler olarak değerlendirmemiz diyeyim. Şöyle oldu hem ilgimizi daha fazla çekti derse doğru derse yönelik ilgimiz arttı o konu hakkında bunun dışında nasıl söylesem ki. İlgimizin artmasıyla beraber kimya daha böyle şey geldi o kelimeyi bulamıyorum daha böyle katlanabileceğimiz bir ders haline geldi sayısal ders olduğu için fazla sevilmiyor o yüzden kimyayı cidden daha çok sevmeme neden oldu olumlu yönleri de kendimiz burada bir şeyler yapıyoruz sonuç olarak kendimiz yaptığımız içinde daha değeri biliniyor daha kıymet kazanıyor öyle.

Araştırmacı: kendi tasarımlarınız kendi yaptığımız şeyler kendi emeklerinizle olduğu için daha anlamlı ve değerli olduğunu ifade ettiniz onun dışında da derse karşı bir ilgi ve motivasyon artışının olduğunu hatta dersi sevmeye başladığınızı ifade ettiniz sayısal bir ders olmasına rağmen katlanabilir olduğunu söylediniz ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Olumlu yönleri vardı kısaca şöyle söyleyeyim kendimiz yapıp kendimiz öğreniyorduk hep böyle kendimiz yaptığımızı kendimiz öğreniyorduk yani ister istemez ben bunu yapmıştım deyip bunun şuradan geldiğini hatırlayabiliyorduk unutmuyorduk. Olumsuzlukları olduğunu da düşünmüyorum yani gayet olumluydu benim için.

Araştırmacı: Aslında bir başka sorunda cevabını vermiş olduğunuz aynı zamanda ama. Olumlu yönler olarak özellikle kendi öğrenmenizden kendiniz sorumlu olduğunuz için daha iyi öğrendiğinizi ifade ettiniz ve herhangi bir olumsuzluğunun olmadığını ifade ettiniz ama ben yine de bir diğer soru olarak onu eklemek ve sormak istiyorum.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Olumsuzluk yoktu benim için gayet olumlu bir süreç olarak geçti kötü bir şey olmadı benim için benim adıma olumsuz bir şey söz konusu değildi.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim.

Uygulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı?

Öğrenci: Dürüst olmak gerekirse olmadı yani gayet başarılı bir geçtiğimi düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki yani sizin şahit olduğunuz veya güçlük olarak değerlendirdiğiniz herhangi bir şey var mı arkadaşlarınızdan vs.?

Öğrenci: Yok hayır.

Araştırmacı: Peki.

Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: Mesela form doldurduk kağıtlar falan doldurma durumunda kaldık mesela şey şöyle söyleyeyim hani bilim adamlarının hayatlarınıza araştırıyorduk bu bilim adamlarının hayatlarını kağıda döktüğümüzde bu araştırmayı yapmayı seviyordum ama onun dışında derse yönelik şeyleri içeren kağıtları da doldurmayı seviyordum yalnız bunun gibi test falan verildiğinde biraz zorlanıyordum dürüst olmak gerekirse.

Araştırmacı: Peki bilim adamlarının hayatıyla ilgili ilginç aklınızda kalan neler var mesela bir bilim adamının hayatını araştırmak ne yönüyle ilginç geldi size?

Öğrenci: Ne yönüyle ilginç geldi. Mesela biz kimya dersi için bir bilim adamının yaptığı şeyleri kimya alanına yaptığı şeyleri öğreniyorduk kimya dersinde ama direk o bilim insanının hayatını araştırdığımızda sadece kimya için değil başka alanlar içinde yaptığı çalışmalarını gördük ya da kendi özel hayatının da nasıl olduğunu bilgilerden öğrenmiş olduk. Yani şöyle söyleyeyim bizim gözümüzde bilim adamları gayet kolay bilim adamı olmuş gibi ama onların hayat aşamalarını öğrendikçe onların güçlüklerle karşılaştıklarını öğrendik onların bazı şeyleri ortaya koymak için kanıtları ispat etmek için gerçekten çaba sarfettiklerini öyle kolay bir şey olmadığını öğrendik.

Araştırmacı: Özellikle bilim adamlarının hayatının size ilginç geldiğini söylediniz bilim adamlarının da esasen insan olduğunu onların bir hayatlarının olduğunu belki de bir takım güçlükler çektiğini yaptığımız bu araştırmalar sonucunda gördüğünüzü ve bununda sizin için ilginç olduğunu söylediniz. Peki çok teşekkür ederim.

Uygulama sonunda öğrenmeniz kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Benim için kalıcı oldu neden başta da söylemiştim kendimiz yapıp kendimiz öğreniyoruz. Kendimiz yapıp kendimiz öğrendiğimiz için kendi emeğimiz olduğu için içimize sinerek bunu ben yaptım diyebilmek için öğrenmek durumundayız zaten. Benim için kalıcı olduğunu düşünüyorum ben.

Araştırmacı: Evet.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Farklı materyallerle işlenmesini isterdim neden çünkü daha çok ilgimizi çekiyor kimyayı daha çok benimsiyoruz.

Araştırmacı: İşte sadece kimya için değil mesela bütün fen dersleri için.

Öğrenci: Bütün fen dersleri için farklı materyaller kullanılarak işlenmesini isterdim.

Araştırmacı: Peki hani neden böyle düşünüyorsunuz hani biraz daha açabilirsek?

Öğrenci: Neden böyle düşünüyorum şahsen ben farklı şekilde anlatılmasını ya da farklı malzemeler kullanılarak dersin öğrenciye karşı sunulmasını daha çok benimsiyorum neden çünkü orada bana karşı bir ildi var bana karşı bir şey var yani karşıdan kastım kötü anlamda değil beni ilgilendiren beni alakadar eden bir durum var ben bu alakadar duruma karşı çabalayarak cevap verebilirim. Bu çabalamada zaten benim dersi öğrenmemi sağlıyor.

Araştırmacı: süreçte kendini daha ilgilenilmiş ya da işte değer verilmiş hissettiğinizi ifade ettiniz. Bu da sizi daha fazla çabalamaya itti belki hani kendi öğrenmenizden kendi sorumlu olduğunuz için de daha iyi öğrendiğinizi ifade ettiniz ve diğer derslerde de diğer fen derslerinde de veya kimya derslerinde böyle zengin materyallerle de derslerin işlenebileceğini işlenmesini istediğinizi ifade ettiniz.

Öğrenci: Evet.

Araştırmacı: Peki çok teşekkür ediyorum katkılarınızdan dolayı.

Öğrenci Naz

Araştırmacı: Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Önceki ders işleyişlerimizde daha çok öğretmenlerimiz defterimize yazdırıyordu ve ezber dayalı bir yöntem kullanılıyordu fakat şuan ki işlediğimiz yöntemde daha çok siz bize öğretip anlatıyorsunuz fakat öğrenme işlerini biz yapıyoruz. Daha çok uygulamalı bir yöntem oluyor ve daha eğlenceli geçiyor derslerimiz önceki derslerde yazıyoruz okuyoruz soru çözüyoruz bitiyordu fakat bunda öğrendiğimizi uygulama gibi bir şansımızda oldu.

Araştırmacı: Teyit etmek amacıyla yani sizi doğru anlamış mıyım diye teyit etmek amacıyla toparlamak istiyorum. Yani her soru bitiminde de bu tarz bir toparlama yapacağım. Özellikle öğrendiklerinizi uygulama fırsatı verdiğini söylediniz onun dışında ezber dayalı bir yöntem olmadığını söylediniz ve eğlendiğinizi ifade ettiniz. Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/ etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Daha çok kendi bilgimizi gösterme kendimizi kanıtlamamızı sağlayan etkinlikler oldu bence özellikle öğrendiğimizi teyit etmemiz içinde etkinlikler yapıldı bu şekilde.

Araştırmacı: Peki bu yaptığınız etkinliklerden mesela en çok hangi etkinlik veya etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Kutunun içindekini bulma etkinliği benim çok dikkatimi çekmişti ve onda çok eğlenmiştim konuya da daha çok daha farklı bir boyuttan bakmamı sağlamıştı aslında yani atomun sadece deftere yazdığımız gibi maddenin en küçük parçası değil de daha çok üzerine bir şeyler katabileceğimiz bir madde olduğunu anladım.

Araştırmacı: Evet özellikle konuyu pekiştirmek veya farklı yönlerden bakmanızı sağlayacak etkinlikler yapıldığını söylediniz. Peki eklemek istediğiniz bir şey varsa ben teyit ettikten sonra ekleyebilirsiniz. Peki teşekkür ederim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Dediğim gibi farklı açılardan bakıyorduk konulara ve hayal gücümüzü daha çok teyit ediyorduk. Belirli konular belirli bir yerde sınırlandırılmıyordu bizim hayal gücümüze bırakılıyordu ve bu derslerde daha çok etkin olmamızı sağlıyordu bence sadece öğretmenin anlattığıyla değil de kendi düşüncelerimizi de daha çok gösterebiliyorduk.

Araştırmacı: Özellikle hayal gücünüzü kullanma noktasında bir katkısının olduğunu söylediniz bir de anladığım kadarıyla kendinizi ifade etmek için bir olanak sağladığını söylediniz. Peki teşekkür ederim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz? Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Az önce ifade ettiğim gibi.

Araştırmacı: İsterseniz sonrada dönebilirim. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz? Evet ise bu olumsuzluklara örnekler veriniz.

Öğrenci: Bizim eğitim sistemimizde daha çok sınava dayalı bir eğitim sistemimiz var ve eğitim sistemimizde defterdekini ezberleyip yazılıya o şekilde giriyorduk bizim düşüncelerimize fazla önem verilmiyor bize verdikleri müfredata göre dersleri işliyorduk fakat bu yöntemde bizim düşüncelerimize göre ders işleniyordu fakat sınavda bizim düşüncelerimiz sorulmuyordu. Sınavla bizim işlediğimiz ders daha çok çelişiyordu.

Araştırmacı: Olumsuzluk olarak özellikle sınav sistemi ve mevcut sistemin farklı etkinliklerin farklı olması nedeniyle bazı sıkıntılar veya olumsuzluklar olabildiğini...

Öğrenci: Sınav dönemine kadar güzel sınav döneminde biraz sıkışıyorduk.

Araştırmacı: Peki çok teşekkür ederim. Peki olumlu yönlere geri dönebiliriz isterseniz veya en son dönebiliriz.

Öğrenci: Olumlu yönler... derslerde sıkılmıyorduk çünkü hoca anlatıyor biz dinliyoruz yazıyoruz gibi bir durum yoktu biz de konuşuyorduk sizinle daha çok etkileşim içerisine giriyorduk dediğim gibi kendimizi daha çok ispatlıyorduk aslında bilgiler daha kalıcı oluyordu çünkü ezberlediğimizi özellikle işlediğimiz konular daha çok sözeldi ezberlediğimizi çok daha çabuk unuttuyorduk ama sizle uygulamalar yaptığımız zaman o uygulamalar bir şekilde aklımıza yer ediniyordu o şekilde daha çok kalıcı oluyordu bilgiler kafamızda.

Araştırmacı: Olumlu yönler olarak yine teyit etmek için soruyorum özellikle öğrenmenin daha kalıcı olduğunu ifade ettiniz onun dışında daha sıkıcı olmayan eğlenceli geçtiğini ifade ettiniz. Peki çok teşekkür ederim. Uygulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı? Evet ise bu güçlüklerle örnekler veriniz.

Öğrenci: Aslında daha çok kişisel güçlükler oluyordu yani daha çok yaptığımız uygulamalar bizim kendi düşüncemize dayalıydı ve biz ilk defa bu yöntemle karşılaştık. O yüzden başta bir ne oluyor gibi bir durum olmuştu o yüzden yaptığımız etkinliklerde kendi düşüncelerimizi çok çabuk oluşturamıyorduk o yüzden bu biraz başlarda sıkıcı olmaya başlıyordu daha sonra işte sizinle yardımınızla daha etkili olmaya başlamıştı.

Araştırmacı: Özellikle düşüncelerinizi ifade etmekte mi sıkıntı yaşadınız?

Öğrenci: Düşüncelerimizi oluşturmakta çünkü bu ilk defa karşılaştığımız bir yöntemdi belirli bir düşüncemiz yoktu o yönteme karşı o yüzden içine birdenbire girince kimya dersine çok bambaşka bakmaya başladık.

Araştırmacı: Onun dışında peki başka herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı? Özellikle bireysel bir takım sıkıntılarla yaşadığınızı söylediniz ifade ettiniz acaba buna ekleyebileceğiniz herhangi bir şey olabilir mi?

Öğrenci: Yok hayır. Dediğim gibi benim kişisel kendi düşüncemi oluşturamıyordum.

Araştırmacı: Peki çok teşekkür ederim. Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: Daha çok daha sonra dönebilir miyiz?

Araştırmacı: Tamam daha sonra dönebiliriz.

Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Tabi ki düşünüyorum çünkü biz öğrendiğimizi tecrübe ediyorduk ve tecrübe edilen şeyler daha çok aklımızda kalıcı oluyordu. Direk defterden ezberleyip sınava girip bir kenara atmak yerine onu uygulayarak daha çok yaşıyorduk aslında biz atom ve periyodik sistem konusunu yaşayarak öğrenmiştik. Bu benim için daha çok kalıcı olmuştu tabi ki de.

Araştırmacı: özellikle uygulama fırsatı verdiğini size bu yöntemin uygulama fırsatı verdiğini yaparak yaşayarak öğrenmenizi sağladığını ve bu yüzden daha kalıcı olduğunu düşündüğünüzü ifade ettiniz. Peki teşekkür ederim. Peki bir önceki soruya yeniden dönmek istiyorum izninizle. Uygulamanın size ilginç gelen yönleri neler olabilir acaba?

Öğrenci: Dediğim gibi bundan öncesinde böyle bir yöntemle karşılaşmamıştık ilk geldiğimizde yapmış olduğumuz etkinlikler özellikle kutunun içinde ne var uygulaması çok ilginç gelmişti yani aslında ilginç olmasa bile biz bu yöntemi bilmediğimiz için ilginç gelmişti. Onun dışında öğretiler bizim fikirlerimize de önem veriyorlardı yani bizim fikirlerimize de önem verilmesi de aslında ilginç geliyordu bana yani çünkü.

Araştırmacı: Peki acaba bu ürün tasarlama vs. süreçlerinde size ilginç gelen farklı gelen bir şeyler oldu mu ara ara tasarladığımız oluşturduğunuz ürünlerle ilgili olarak?

Öğrenci: Yok olmadı dazla ilginç gelmedi.

Araştırmacı: Peki. Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Ya dediğim gibi bizim o sınav dönemimiz olmasaydı gerçekten çok güzel işleniyordu ama o sınav dönemine kadar her şey çok güzel sınav döneminde çok verimli olamıyorduk bundan sonraki ya bence işlenmeli ama temelden değiştirilmeli bu sistem.

Araştırmacı: Nasıl bir değişiklik olmalı mesela?

Öğrenci: İşte dediğim gibi her ders aslında sadece kimya dersi değil. Her ders edebiyatta da nasıl uygulamalı olabilir bunlar her derste kökten bir değişiklik yapıp daha çok bizim

fikirlerimize önem verilmesi gerektiğini düşünüyorum çünkü bu dersi biz işliyoruz yani bizim öğrenmemiz gerekiyor daha sonra kimya derslerinde bizim materyallerimizin çalışma alanımızın daha gelişmiş olmasını isterdim.

Araştırmacı: Mesela nasıl bir farklılık olsaydı daha faydalı olurdu sizin için?

Öğrenci: Aslında kimya dersinde işlediğimiz tam benim tanımlamaya çalıştığım sistemdi. Yapmış olduğumuz uygulamalarla daha çok yazarak değil de tecrübe ederek öğrenmek isterdim o materyallerimiz falanda kaliteli olabilirdi o şekilde.

Araştırmacı: Katkılarınız ve katılımınız için çok çok teşekkür ediyorum.

Öğrenci: Önemli değil.

Öğrenci Ata

Araştırmacı: Kimya dersleri kapsamında atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişini daha önceki ders işleme yöntemleri karşılaştırabilir misiniz? Arada ne gibi farklılıklar olduğunu düşünüyorsunuz?

Öğrenci: Diğer derslerde genellikle sürekli olarak yazı yazıyorduk yani ezbere bir yöntem kullanıyorduk bu yöntemde ise öğrenci öğretmen ilişkisi hem daha iyi oluyor sürekli olarak diyalog halindeyiz aynı zamanda da işlediğimiz bilim adamları konusunda mesela onların hem özelliklerinden ailevi yönlerinden falanda bahsetmiştik bu bizim daha iyi öğrenmemize katkı sağladı.

Araştırmacı: Şimdi her sorunun sonunda ben sizi doğru anlayıp anlamadığımı size tasdik ettirmek istiyorum o yüzden de sonunda toparlama ve teyit ettirmek istiyorum. Özellikle diğer ders işlenişinde daha çok yazı yazdığınızı söylediniz ama bu yöntemde öğretmen öğrenci arasında bir etkileşim meydana geldiğini söylediniz ve özellikle bu derste bilim adamlarının hayatından bahsetmenin de anladığım kadarıyla keyifli olduğunu söylediniz. Peki başka acaba iki yöntem arasında ya da işte farklı ünitelerle atom ve periyodik sistem ünitesinin işlenişinde başka böyle aklınıza gelen ya da belirtmek istediğiniz fark var mı acaba?

Öğrenci: Yok hayır.

Araştırmacı: Peki. Daha sonra aklınıza gelirse ekleyebiliriz.

Öğrenci: Tamam eklerim.

Araştırmacı: Uygulama esnasında ne tür etkinliklere yer verildi? En çok hangi etkinlik/etkinlikler hoşunuza gitti?

Öğrenci: Uygulamalar esnasında benim hoşuma giden etkinlikleri de söyleyeyim. Uygulamalar esnasında görsellerden yararlanmak bizim açımızdan iyi oldu aynı zamanda.

Araştırmacı: Görseller derken tam olarak neyi kastediyoruz acaba?

Öğrenci: Mesela modern periyodik tablodan, geçmişten günümüze periyodik tablonun gelişimi, onu keşfeden bilim adamlarının görselleri falan bizim anlamamızda falan çok daha kolaylık sağladı aynı zamanda bir çok teknolojik aletten falanda yararlanmıştık küpler falan yapıp onların içindeki elementleri karşılaştırdık, grup arkadaşlarımızla beraber çalışmalar yaptık.

Araştırmacı: Bu görseller bir resim olarak mı çıktı yoksa ne tür görsellere yer verildi?

Öğrenci: Sadece resim olarak değil aynı zamanda video ve daha önceden yapılan çalışmalar hakkında bilgi edindik başka öğrencilerin yaptığı çalışmalar hakkında.

Araştırmacı: O zaman teknolojik bir takım materyallerden bahsedildi.

Öğrenci: Evet teknolojik materyaller.

Araştırmacı: peki küplerden bahsettiniz küplerle ne tür bir çalışma yaptınız ne tür bir etkinlik?

Öğrenci: Orada da elementi birbirleriyle kaynaştırdık birbirleriyle uyuşturduk aynı zamanda onların tekerli görünümünü gördük elementlerin neye benzediğini gördük nasıl bir etkileşim içinde olduklarını gördük.

Araştırmacı: yani onu da yine nasıl yaptınız?

Öğrenci: Teknolojik destekle yaptık.

Araştırmacı: Peki. Teknoloji destekli birtakım materyaller kullandığınızı söylediniz. Peki başka acaba ne tür materyallere yer verildi sizin aklınızda kalan hoşunuza giden materyaller neler?

Öğrenci: Şeyden sonra mesela bilim adamları ve bu işlediğimiz konulardan sonra siz bize çalışma kağıdı veriyordunuz ve çalışma kağıtlarında aynı zamanda yaptığımız konuyla ilgili

pekiştirme yapıyorduk hem daha da fazla bilgi sahibi oluyorduk internetten araştırma falan yapmamızı istiyordunuz araştırma yapıyorduk hani sadece konuyu değil konunun ilerleyişinde ona etki eden faktörleri de işliyorduk.

Araştırmacı: Mesela işte özellikle çalışma yapraklarından yararlandığınızı söylediniz peki başka farklı etkinlikler yaptınız mı?

Öğrenci: Mesela matematiksel işlemler yaptık aynı zamanda birçok projelerden herkesin kendine ait projeleri vardı ya da bir grubun kendine ait projeleri vardı grup grup çalıştık aynı zamanda bu projeleri meydana getirdik.

Araştırmacı: Bu derste aynı zamanda tasarım üzerine bir şeyler yaptınız. Peki eğer ekleyeceğimiz bir şey yoksa başka bir soruya geçiyorum hemen.

Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin size ne gibi katkıları olmuştur? Açıklayınız.

Öğrenci: Şimdi hayatta birinin bir şeyi öğrenmesi için aklında kalması onu etkilemesi gerekir sürekli olarak farklı şeyler yaptığımız için farklı şeylerden bahsedip direk düz bilgi vermediğimiz için birazcık daha etkili öğrenme yönü oldu hani bizi etkileyen aklımızda kaldıracı bir olay oldu bu yaptığımız çalışmalar.

Araştırmacı: yani sizin bir şeyleri yapmış olmanız daha akılda kalıcı oldu öğrenmenin daha akılda kalıcı olduğunu söylüyorsunuz. Peki. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumlu yönlerinin olduğunu düşünüyor musunuz? Evet ise bu olumlu yönlere örnekler veriniz.

Öğrenci: Başka konular hakkında da bence kendi ayakları üstünde durmaları konusunda daha iyi katkıda buluna bilir çünkü dediğim gibi kendi dersimizde kendimiz yapıyorduk siz anlatıyordunuz biz üstüne bir şeyler ekliyorduk bizimde söz sahibi olmamız belki gelecekte meslek edinmemizde bize yardımcı olabilir diğer derslerle.

Araştırmacı: Özellikle kendinizin aktif olduğu kendinizin de konuştuğu bir süreç olduğunu söylediniz. Peki başka acaba ne tür olumlu yönler yani siz yaşamış olabilirsiniz arkadaşlarımız yaşamış olabilir yani ne tür olumlu yönler hissettiniz acaba?

Öğrenci: Hani yarım dönem yaptığımız için bu çalışma ilk zamanlarda bize de farklı gelmişti çünkü farklı bir şey yapıyorduk alışılmışın dışında. Bazı arkadaşlarım kabul etmedi falan ben bile bazen kabullenmek istemiyordum ama sonradan alışıldıkça yapıldıkça katkısını gördük daha kolay oldu kimya dersleri daha iyi oldu mesela hani şimdi bu yarım dönemde diğer yarım dönemde işlemediğimiz dönemde kimya biraz daha zor geliyor.

Araştırmacı: Peki. Kimya derslerinin farklı etkinliklerle işlenmesinin olumsuzluklarının olduğunu düşünüyor musunuz? Evet ise bu olumsuzluklara örnekler veriniz.

Öğrenci: Bence bazen de ek not çıkarabilirdik ama geri kalanda olumsuzluk yok.

Araştırmacı: Nasıl ek not mesela?

Öğrenci: Mesela sürekli olarak sözel işliyorduk ama belki aklımızda kalmayabilir bazı önemli bilgileri ek not olarak çıkarabilirdik hani kendimiz yazabilirdik.

Araştırmacı: Peki çalışma kağıtları acaba bu ek notlar açısından yeterli olmadı mı?

Öğrenci: Yani bunlarda yeterli oldu ama sadece bu konularda da siz zaten kağıt falanda vermiştiniz ama insan kendi yazdığından daha iyi anlayabilir düşüncesindeydim.

Araştırmacı: Peki acaba yani bu durum diğer derslerde de böyle olduğu için bununda böyle olması gerektiğini mi düşünüyorsun?

Öğrenci: Yani sürekli olarak yazmak değil de ara da bir ek not çıkarmak iyi olabilir diye düşündüm yoksa işleyiş çok güzel gidiyordu.

Araştırmacı: Özellikle mesela dersin işlenişi sırasında öğretmenin de bir şeyler not aldrabileceği veya sizin de bir şeyler not aldrabileceği bir süreç olabilirdi diye söylüyorsunuz bununda bir olumsuzluk olabileceğini belirttiniz. Uygulama sırasında herhangi bir güçlükle karşılaştınız mı?

Evet ise bu güçlüklerle örnekler veriniz.

Öğrenci: Oluşturduğumuz gruplarda projeler yapıyorduk hani bazı gruplarda haylaz öğrenciler falan oluyordu onlarla uğraşmak yada tek başına projeyi yapmak zorluk oluştuyordu.

Araştırmacı: Özellikle grup çalışmalarında sıkıntı yaşandığını söylediniz. Peki tek başınıza çalışırken ne tür güçlüklerle karşılaştınız acaba?

Öğrenci: Tek başıma çalışırken biraz bilgi edinme yolunda onu çıkartıyor bunu yapıyordum bütün hani her şeyi kendi başıma yaptığım için biraz zamandan vakit kaybediyordum o kadar.

Araştırmacı: Özellikle zaman anlamında bireysel çalışmalarda zaman anlamında bir sıkıntı yaşadığınızı söylediniz. Peki genel olarak yaşadığınız güçlüklerle ilgili eklemek istediğiniz bir şey var mı?

Öğrenci: Yok hayır pek fazla bir güçlük yaşamadım.

Araştırmacı: Uygulamanın size ilginç gelen yönleri nelerdir? Açıklayınız.

Öğrenci: İlginç gelen yönleri diğer derslerde pek bir emek sarf etmiyorduk ama bu derste emek sarf ediyorduk labratuvar da sürekli hareket halindeydik birbirimizden materyal alışverişi falan yapıyorduk aynı zamanda bu da hem bizim yararımıza oldu hem de hani konu hakkında yaptığımız projeye ve konuya emek verdiğimiz için aklımızda kalması daha iyi oldu. Üzerinde bir emek vardı.

Araştırmacı: Emekli şeyler ortaya çıkardığınızı söylediniz. Peki genel olarak değerlendirdiğinizde farklı ilginç gelen yönlerle ilgili eklemek istediğiniz bir şey var mı?

Öğrenci: Yok hayır.

Araştırmacı: şimdi bu sorduğum soruları daha sonrasında da ekleme yapmak isterseniz aklınıza gelen herhangi bir şey olursa lütfen belirtin geri dönebiliriz yani.

Uygulama sonunda öğrenmenizin kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz?

Öğrenci: Kalıcı olduğunu şöyle düşünüyorum bizi etkileyen bir faktör olduğu sürece bence kalıcı olduğunu düşünüyorum. Sadece yazmak değil de biraz da sözlü anlatım bizim için biraz daha kalıcı oluyor ikinci döneme dayanarak söylüyorum.

Araştırmacı: Peki yani sözlü anlatım derken neyi kast ediyorsunuz kalıcı olmasının ne sağlamış olabilir?

Öğrenci: Sürekli olarak derste fikir alışverişi yaptığımızda hani farklı fikirlerde hatalarımızı öğrenmemiz direk düz olarak değil de biraz daha eğlenceli hale getirmemiz bizim öğrenmemiz açısından daha iyi oldu.

Araştırmacı: Özellikle kendi fikirlerinizi ifade etmenizin sizin için kalıcı bir öğrenmeye sebep olduğunu söylüyorsunuz.

Bundan sonra kimya veya genel olarak fen derslerinizin bu şekilde zengin etkinlikler yardımıyla işlenmesini istermiydiniz?

Öğrenci: Kesinlikle isterdim çünkü hem kendi fikrimiz hem de yararlandığımız teknolojiler çalışma kağıtları vb. grup çalışması falan bize gelecekte çok fazla katkı sağlayacağını söylüyorum ve üstüne birkaç şey de eklenerek bence çok daha güzel olabilir.

Araştırmacı: Peki ne tür katkılar olabileceğini düşünüyorsunuz yani burayı biraz açabilir miyiz?

Öğrenci: Mesela ne tür katkılar olur en önemlisi sürekli olarak konuşma halinde ve çalışma halinde olduğumuz için gelecekte bir meslek edindiğimiz zaman toplumla daha iyi diyaloga geçebiliriz aynı zamanda insanlara sadece sözlü yazılı bir metin değil de onlara sözlü bir şekilde de uyarıp onlara açıklık getirebiliriz.

Araştırmacı: Kendinizi belki daha iyi ifade etmenize sebep olacağını söylediniz. Peki acaba biraz başka şeyler de eklenerek demiştiniz yani başka derslerde de uygulanması için biraz bir şeyler daha eklenerek yapılabilir demiştiniz. Peki ne tür şeyler eklenebilir acaba?

Öğrenci: Mesela sadece dersten ibaret mesela örnek veriyim bilim adamlarının yaptığı sürekli iyi şeylerden bahsettik ama mesela bazı yaptığı kötü şeylerden de amaçsız nasıl anlatabilirim yanlış yapılmış ya da boşa zaman harcanmış projelerde de onlarda anlatılabilirdi hani. Bütün hakkıyla öğrenmemiz daha iyi olurdu sanki.

Araştırmacı: Yani araştırmaları esasen siz yapmadınız mı orada olumsuz yönleri irdelenmedi mi mesela?

Öğrenci: İrdeledik de genelde çalışma kağıdın da bize yaptığı güzel şeyler ve o yanlış yaptığı ya da hani başarısızlıkla sonuçlanmış çalışmalarını diyeyim daha doğrusu.

Araştırmacı: Olumsuz taraflarında belki dikkate alınmalıydı diye düşünüyorsunuz. Peki genel olarak acaba bu uygulanan çalışmayla ilgili olarak eklemek istediğiniz herhangi bir şey var mı?

Öğrenci: Eklemek istediğim şöyle bir şey var biraz daha sözel dersler biyoloji kimya matematik fizik vb. gibi derslerde biraz daha sözeli katarsak aynı zamanda işlemlere dayalı teknolojiyi falan kullanabilirsek bence daha etkili bir eğitim olabilir.

Araştırmacı: evet güzel çok teşekkür ediyorum çok sağ olun.

Kimya Öğretmeni Ela

Araştırmacı: Lisede kimya derslerinin güçlendirilmesi için Stem temelli fen eğitiminin kullanılabilceğini düşünüyor musunuz? Neden?

Ela: Bence olabilir. Çünkü öğrencilerden çok olumlu dönütler aldım. Öğrenciler süreçte eğlendi. Başta kabullenmeleri zor oldu ama biraz zaman geçince alıştılar ve hoşlarına da gitti. Kimya ders içerikleri de 9. ve 10 sınıf seviyesinde hem içerik hem de zamanın yetiştirilmesi açısından oldukça uygun. Bence kullanılabilir. Ama maalesef 11 ve 12. Sınıf seviyesinde öğrencilerin sınav kaygıları olduğu için biraz sıkıntı olabilir.

Araştırmacı: Kimya derslerinde Stem temelli etkinlikleri kullanmanın avantajları olduğunu düşünüyor musunuz? Öğretmen açısından

Ela: Bence öğretmen açısından avantajları var mesela ben kendi açımdan değerlendireyim. Mesela öğrenciler derse daha motive olduklarını hissetti yani derste daha motive idiler. Normalde mesela bizim derslerimiz ne tam sözeldir ne tam sayısaldır böyle arada bir derstir. O yüzden fen derslerine karşıda öğrenciler genel olarak çok ilgili değiller maalesef. Özellikle benim çalıştığım okulda öğrencilerin hani daha çok fen dersleriyle ilgili sıkıntıları var. Ama bu yaptığımız uygulamada gerçekten öğrencilerin daha iyi motive olduklarını gördüm. Onun dışında mesela bende kendi açımdan kendimi geliştirdiğimi hissettim böyle bir avantaj olduğunu söyleyebilirim. Onun dışında mesela öğrencilerin ilgileri de yüksekti derse daha ilgilirdi.

Araştırmacı: Yani böyle yeni bir bakış açısı katıyor mu, öğretmenin ve öğrencinin bilim alanında farklı açılardan yaklaşmasını da sağlıyor mu?

Ela: Evet. Mesela benim hakikaten dediğim gibi mühendisliğin kimya dersinde kullanılacağını düşünmezdim ben mesela. Gerçekten yaptığımız uygulamalarda gördüm ki öğrencilerin yaptığı tasarımlar da esasen bir mühendislik tasarıma giriyor. Bu benim açımdan bakış açımı değiştirdi gerçekten. Öğretmen açısından avantajlarının bunlar olduğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Öğrenci açısından

Ela: Öğrenci açısından da öğrencilerin gerçekten ilgilerini ve motivasyonlarını artırdı derse karşı. Öğrenciler her gün hazır geldikleri için derse daha böyle işler hızlı ilerledi iyi ilerledi. Özellikle bir takım görsel şeyler öğrencilerin çok dikkatini çekti özellikle videolar vs. öğrencilerin ilgilerini çok fazla çekti. Bir de bazı şeyleri kendileri ürettiler değişik etkinlikler falan yaptık o da bazı öğrencilerin mesela özellikle bu alana ilgisi olan öğrencilerin merakını daha çok artırdı. Mesela ders aralarında falan geliyorlardı bana sorular soruyorlardı vs. mesela bazı uygulamalarda normalde teneffüse bile çıkmadılar yani ciddi anlamda böyle ilgilerinde motivasyonlarında olumlu bir şey vardı öğrencilerin artış vardı. Kendi kendilerine de bazı şeyleri yapabilmeyen de olumlu yanları oldu mesela özgüvenlerinin arttığını derste mesela kendiliklerinden parmak kaldırıp söz alıyordu mesela bu da öğrencilerin özgüvenlerini olumlu etkiledi diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Güzel bu anlattıklarınız Stem temelli etkinliklerin avantajları oluyor.

Araştırmacı: Kimya derslerinde Stem temelli etkinlikleri kullanmanın dezavantajları olduğunu düşünüyor musunuz? Öğretmen açısından

Ela: Öğretmen açısından mesela kendim açımdan söyleyeyim mesela gerçekten biraz zaman alıyor yani şöyle öncesinde hazırlık yapmanız gerekiyor, ders esnasında birden fazla şey kullanıyorsunuz hani biraz gerçekten zamanı ve planlamayı iyi ayarlamak gerekiyor eğer ayarlamazsanız maalesef işler biraz sekteye uğrayabiliyor. Öğretmen açısından sadece bunu söyleyebilirim. Birde mesela bende gerçekten hani bu Stemle ilgili herhangi bir çalışma yapmadığım için biraz ilk başta zorlandım gerçi daha sonrası pekişti oturdu bende mantığımı anladıktan sonra biraz daha yoluna girdi işler ama ilk başta gerçekten hani bilmediğim bir şey olduğu için biraz zorlandım. Bu anlamda öğretmenin bir eğitimden geçmesi gerekiyor hatta

böyle uzun süreli bir eğitimden geçmesi gerekiyor. Dediğim gibi zamanlama anlamında belki biraz sıkıntı olabilir.

Araştırmacı: Öğrenci açısından

Ela: Öğrenci açısından da öğrenci normalde bir sisteme alışmış ezberci bir sistem, sürekli öğretmen veriyor, öğrenci alıyor, öğretmen veriyor, öğrenci alıyor. Şimdi bu biraz değişik bir yöntemdi burada öğrencinin kendi çalışması gerekiyordu. Kendi gidiyordu önceden derse hazırlığını yapıyordu derse hazırlıklı geliyordu. İşte benim mesela araştırmacının hazırladığı çalışma kağıtlarını önceden öğrenciye veriyordum onunla ilgili mesela araştırma yapması gerekiyordu. İlk başlarda öğrenciler biraz sıkıntı çıkardılar işte uygulamak istemediklerini söylediler, ödev yapmakta zorlandılar vs. ama sonrasında onlarda oturtular yani ilk birkaç haftadan sonra işler daha böyle rayına girdi öğrencide artık keyif almaya başladı, öğrenci içinde keyifli bir süreç oldu. Ama dediğim gibi başlarda biraz sıkıntı yaşadık.

Araştırmacı: Yani benim anladığım bu durumda ön hazırlık gerekiyor bu yüzden biraz zaman gerekiyor ve ders esnasında zamanı verimli kullanmak gerekiyor.

Ela: Kesinlikle evet haklısınız.

Araştırmacı: Stem temelli etkinliklerinin hangi Kimya konularına daha uygun olduğunu düşünüyorsunuz?

Ela: Mesela şimdi atom ve periyodik sistem ünitesini araştırmacı ile birlikte yaptık yani bence gayet de güzel oldu yaptığımız etkinlikler. Ondan sonra bende tabii düşündüm acaba başka neye uygulayabiliriz bu tarz etkinlikleri diye gerçekten aslında birçok kimya konusuyla ya da fen konusuyla ilişkili olabilir yani mesela işte biz katı sıvı gazları anlatıyoruz 9. sınıflarda. Orada çocuklara farklı tasarımlar yaptırılabilir farklı teknolojik uygulamalar yapılabilir mesela o uygun olabilir diye düşünüyorum. Hatta 1-2 örnekte yaptık bu şeyden sonra güzel oldu mesela sıvıların, gazların ve katıların özellikleriyle ilgili çocuklar mesela basit makineler basit tasarımlar yaptılar onlarda çok keyif aldı ben de çok keyif aldım. Mesela ne uygulanabilir diye düşünüyorum onun dışında mesela tanecikler arası etkileşimler var yine 9. sınıflarda. 9. sınıflara girdiğim için bu sene onlardan örnek veriyorum. Tanecikler arası etkileşimlerde farklı modellemeler yaptırılabilir çocuklara diye düşünüyorum. Yine aynı şekilde teknolojik destek alınarak tanecikler arası etkileşimler anlatılabilir diye düşünüyorum. Birçok kimya alanına konusuna uygulanabilir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Yani güzel. Aslında çok küçük boyutta ki yapılar bile bu çalışmayla gözle görülebilir uygulanabilir hale gelmiş oluyor.

Ela: Evet mesela işte soyut olan birtakım şeyleri bu yolla somutlaştırabiliriz aslında.

Araştırmacı: Evet.

Araştırmacı: Uygulamalar esnasında yaşamış olduğunuz zorluklar var mıdır? Örneklerle açıklayabilir misiniz?

Ela: Özellikle ilk başlarda biraz zorluk çektim çünkü bende mesela tam olarak böyle kafamda oturtmamıştım bazı şeyleri. Gerçekten mesela araştırmacı hocamız geldi anlattı ders verdi her anlamda destek oldu ama dediğim gibi onu bizzat uygulamadan bazı şeyler tam olarak oturmuyor. O yüzden mesela ilk bir iki hafta benim için gerçekten zordu yani her şeyi doğru ve yerinde yapmak istiyordum. Araştırmacımız bu konuda da destek oldu çok destek oldu bazen derslere birlikte girdik, ders aralarında beni motive etti, çok konuştuk vs. ama dediğim gibi yani o bir ve ikinci hafta benim için bazı şeylerin oturması açısından zor oldu. Onun dışında yani birkaç öğrenci biraz problem çıkardı yani yeni olan şeye insan direnir ya bir iki öğrencide böyle bir problem çıkardı, velilerine falan söylemişler birkaç veliyle görüşmem gerekti hatta bir veli toplantısı yaptım. Velileri ikna ettik çok şükür sıkıntı çıkmadı ama öğrenciler de işte dediğim gibi ilk başlarda biraz bir iki öğrenci sıkıntı çıkardı ama sonra onlarda ikna oldu. Zaten sonrasında keyif almaya başlayınca öğrenciler bende keyif almaya başladım süreç daha güzel akmaya başladı. Birde öğrencilerden çok ilginç ürünler geldi falan o benim için çok keyif verici oldu. Hani gerçekten biz öğrencilerimize çok güvenmeliymişiz yani onu düşündüm öğrenciler gerçekten çok güzel çok yaratıcı şeyler çıkarabiliyorlar aslında.

Araştırmacı: Güzel.

Araştırmacı: Kimya derslerinde Stem temelli etkinlikleri kullanacak öğretmenlere önerilerinin neler olurdu?

Ela: Bence planlamalarını çok iyi yaparlar, zamanı iyi ve etkin kullanırlar ve özellikle öğrencilerine de güvensinler yani bu planlamayı iyi yapıp işte yönergeleri doğru verdikten sonra gerçekten öğrencilerden çok güzel şey çıkıyor. Bir de şeyde zaten mesela 21.yy'dayız yani öğrencilerin yapıları çok farklı bizde o öğrencilere göre stratejimizi artık değiştirmeliyiz hani direk düz anlatım işte siz söylüyorsunuz öğrenci yazıyor ya da işte akıllı tahtayı açıyorsunuz öğrenci oradan takip ediyor. Yani artık bunu geçmek zorundayız bence. Çünkü öğrenciler artık farklı öğrenciler karşımızdaki öğrenciler. Öğrencilere yetebilmek için gerçekten yeni stratejiler, yeni yöntemler, yeni metotlar kullanmak zorundayız ki öğrenciyi gerçekten yakalayabilelim. Bu anlamda hani aslında diğer öğretmenlere de çok iş düşüyor bu yeni bir strateji anladığım kadarıyla bunu mesela derslerinde kullanabilirler. Ama burada planlama gerçekten önemli iyi araştırırlar, iyi planlasınlar, zamanı iyi doğru kullanırlar bence her kazanıma uygulanabilir.

Araştırmacı: Stem temelli etkinlikleri kullanacak Kimya öğretmenlerinin herhangi bir yeterliliğe sahip olması gerekliliğini düşünüyor musunuz? Neden?

Ela: Bence kesinlikle yani bu konudaki örnek çalışmalarını inceleyebilirler, bu konuda araştırma yapabilirler. Mesela birlikte çalıştığımız araştırmacımın bana tavsiye ettiği siteler vardı. Ben onları artık takip ediyorum bakıyorum mesela Pinterest diye site var oradan mesela değişik değişik sıvıların katıların gazların özelliklerini çocuklarla çalışırken oradan çok değişik deneyler buldum mesela. Artık seneye proje ödevlerini de oradan vermeyi düşünüyorum Pinterest güzeldi. Onun dışında sosyal medyadan da çeşitli siteler önermişti araştırmacı onları takip ediyorum. Bu öğretmenlerin belirli bir araştırma yapmaları gerekiyor, belirli bir yeterliliğe sahip olmaları gerekiyor, birde teknoloji kullanımını da iyi bilmeleri gerekiyor mesela teknoloji aslında sadece EBA'yı kullanmaktan ibaret değil ya da işte Youtube'dan birtakım videolar indirmekten ibaret değil. Mesela araştırmacımın bize önerdiği uygulamalar vardı mesela 4D Elements uygulamasını kullandık biz derste hakikaten orada çocuklar çok keyif aldılar böyle. Birde mesela online quiz yaptım çocuklara mesela o da gerçekten Kahot diye bir siteydi onu öğrenmiş oldum. Hani teknolojik anlamda da bir yeterliliğe mutlaka sahip olmaları gerekiyor.

Araştırmacı: Yani benim anladığım bir öğretmenin donanımlı, araştırmacı ve teknolojiye meraklı olması gerekiyor.

Ela: Kesinlikle. Bu yeterliliklere sahip olması gerek öğretmenin.

Araştırmacı: Derslerinizde bundan sonra Stem temelli etkinliklere yer vermeyi düşünüyor musunuz?

Ela: Mümkün olduğunca yer vermeyi düşünüyorum mesela katı, sıvı ve gazların özellikleri kısmında biz tasarımlar yaptık ve kullandık çok da keyifliydi güzeldi. Seneye ben 12. Sınıfları alacağım inşallah belki seneye uygulayamayabilirim ama genel olarak bundan sonra o siteleri takip edip oradan gördüğüm farklı uygulamaları öğrendiklerimle birleştirip uygulamalar yapmayı planlıyorum.

Araştırmacı: Çok güzel. Bu verdiğiniz bilgiler için çok teşekkür ediyorum.

Ela: Ben teşekkür ediyorum.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Seyide EROĞLU
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 15.05.1981- Kayseri
Medeni Durum: Evli
e-mail: seyideeroglu@gmail.com
Yazışma Adresi: 75. Yıl Cumhuriyet A.L. Yeni Mahalle, Mustafa Kemal Paşa Bulvarı, Havaalanı Yolu No 173 Kocasinan/ KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniveristesi, Kimya Bölümü, Kayseri	2006
Lisans	Gazi Üniveristesi, Kimya Öğretmenliği, Ankara	2003
Lise	Sümer Lisesi, Kayseri	1998

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2004-2006	Ertuğrul Bey Çok Programlı Anadolu Lisesi	Kimya öğretmeni
2006-2007	Prof. Dr. Ayten-Mahir Köseoğlu Çok Programlı Anadolu Lisesi	Kimya öğretmeni
2007-2008	Mustafa Özkan Anadolu Lisesi	Kimya öğretmeni
2008-Halen devam ediyor	Kocasinan 75.Yıl Cumhuriyet Anadolu Lisesi	Kimya öğretmeni

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

- Eroğlu, S., Öner Armağan, F., & Bektaş, O. (2015). Fen bilimleri dersi öğrenme ortamlarının yapılandırmacı özellikler açısından değerlendirilmesi. *Journal of Kırşehir Education Faculty*, 16(2), 293-312.
- Eroğlu S., Akarsu B., & Bektaş O. (2015). Kimya Ders Kitaplarının Öğretmen Görüşleri Açısından Değerlendirilmesi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 313-333.
- Eroğlu, S., Bektaş, O. ve Tarkın, A. (2016). High school students' perceptions toward environmental issues: a phenomological study. *The Online Journal of New Horizons in Education-October*, 6(4).
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi-Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67.
- Kalkan, Ç. ve Eroğlu, S. (2017). Destek Eğitim Odalarında Üstün/Özel Yetenekli Öğrenciler için STEM Materyallerine Dayalı Örnek Etkinliklerin Tasarlanması. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(2), 36-46.

Bildiri:

- Eroğlu S., Bektaş O., "10. Sınıf Öğrencilerinin Hava Kirliliği Konusundaki Alguları", 11.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana, TÜRKİYE, 11-14 Eylül 2014.
- Eroğlu S., Bektaş O., "Sakla Atasözünü Fen Derslerinde Lazım Olur: Nitel Bir Çalışma", 3. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, Muğla, TÜRKİYE, 31 Mayıs- 3 Haziran 2016.
- Eroğlu S., Bektaş O., Öner Armağan, F. "Ortaöğretim 9. Sınıf Fen Bilimleri Dersleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) Kapsamında Öğrenme Ortamlarının Yapılandırma Özelliğler Açısından Değerlendirilmesi", 3. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, Muğla, TÜRKİYE, 31 Mayıs- 3 Haziran 2016.
- Eroğlu S., Bektaş O., "10. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerinin Belirlenmesi", 12.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Trabzon, TÜRKİYE, 28-30 Eylül 2016.
- Eroğlu, s., Ballı S. ve Kalkan, Ç., "Destek Eğitim Odalarında Üstün/Özel Yetenekli Öğrenciler için STEM Materyallerine Dayalı Örnek Etkinliklerin Tasarlanması", Uluslararası Üstün Yetenekliler Kongresi, İstanbul, TÜRKİYE, 7-9 Nisan, 2017.
- Arıkan, G. ve Eroğlu S., "Eğitimde Sanal Gerçeklik Uygulamaları: Google Expeditions Örneği", Eğitimde FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi, Ankara, TÜRKİYE, 17-18 Kasım 2017.
- Eroğlu S. ve Bektaş O., "Ortaöğretim 9. Sınıf Öğrencileri İçin Örnek STEM Ders Materyallerinin Tasarlanması: Maddenin Halleri Ünitesi Örneği", Eğitimde FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi, Ankara, TÜRKİYE, 17-18 Kasım 2017.
- Eroğlu S., Bektaş O., "STEM Öğretmen Eğitimleri İçin Örnek Çalışma Materyallerin Tasarlanması: Sınıf Öğretmenleri Örneği", X. International Congress of Educational Research, Nevşehir, TÜRKİYE, 27-30 Nisan 2018.
- Eroğlu S., Bektaş O., "STEM Eğitimi Öncesi Öğretmenlerin STEM Alanına Yönelik Hazır Bulunuşluklarının Belirlenmesi", V. International Eurasian Educational Research Congress, Antalya, TÜRKİYE, 02- 05 Mayıs, 2018.
- Arıkan, G. ve Eroğlu S., "Öğretmenler İçin STEM Farkındalık Çalışması: From Scientix To Stem (FSTS) Projesi Örneği", Uluslararası STEM ve Eğitim Bilimleri Kongresi, Muş, TÜRKİYE, 03-05 Mayıs, 2018.