

TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

ELEŞTİREL DÜŞÜNME STRATEJİLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
FEN BİLİMLERİ DERSİNİN ETKİLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Bahar CANDAŞ

TRABZON
Ocak, 2024

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ELEŞTİREL DÜŞÜNME STRATEJİLERİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
FEN BİLİMLERİ DERSİNİN ETKİLİLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Bahar CANDAS
ORCID: 0000-0003-4516-9670

**Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünce
Doktora Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Haluk ÖZMEN
ORCID: 0000-0003-0578-3481**

**TRABZON
Ocak, 2024**

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Trabzon Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

Bahar CANDAS

24 / 01 / 2024

ÖN SÖZ

Kişi amaçlı olarak düşünmeye başlamasıyla düşünmenin nefes almak kadar doğal bir eylem olduğunun farkına varır. Bu doğal süreci amaçlı ve bilinçli hale getirmek öğrenmenin en önemli adımıdır. Amaçlı düşünmeyi öğretmek için en uygun derslerden biri olan fen bilimleri dersinde öğrencilerin amaçlı düşünerek öğrenmelerini kolaylaştırmak ve öğrenme motivasyonlarını arttırmak için yürütülen bu çalışmada öğrencilere hem okulda hem de yaşantılarında kullanabilecekleri beceriler kazandırılmaya çalışılmıştır.

Bu tezi yazma süreci hem uzun hem zordu. Sayısız sıkıntılı gün ve gece yaşadım. Ama çok sayıda kahkahalı, sevgi ve umut dolu günlerim de oldu. Her zaman zor değil belki ama her anı kesinlikle çok öğreticiydi. Öğrendiğim en önemli ders ise kendime her zaman inanmam gerektiği; dağılıp yorulabileceğim... dinlenirim ve yine toparlarım. Erteleme ve kaçmanın sorunları çözmediğini de öğrendim. Bu sebeple tüm inişler ve çıkışlara rağmen yılmadan azimle bu süreci sonuna kadar getirebildiğim için kendime teşekkür ederim.

Lisans 1. sınıfta dersime girerek tanımaya fırsat bulduğum ve o günden bugüne hem öğretmen hem de akademisyen olarak yetişmemde büyük pay sahibi olan, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum ve üzerimdeki emeğini kelimelerle ifade edemeyeceğim canım danışman hocam Prof. Dr. Haluk ÖZMEN'e şükranlarımı sunuyorum.

Lisans ve lisansüstü eğitimimde çok şey öğrendiğim, doktora tez sürecinde büyük katkı sunan ve bilgi birikimlerinden yararlanma fırsatı veren Prof. Dr. Tuncay ÖZSEVGİÇ ve Prof. Dr. Muammer ÇALIK hocalarıma emekleri için minnettarım.

Tez savunma jürimde yer alarak görüş ve öneriyle tezin niteliğinin artmasında katkı sunan Prof. Dr. Çiğdem ŞAHİN-ÇAKIR ve Prof. Dr. Şengül ATASOY hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Eşsiz müzik zevkimle kulaklarını paslandırıldığım ama kocaman kalbiyle bana destek olmaya devam eden, benimle bu süreci başından sonuna kadar yaşayan hem oda hem de can arkadaşım Arş. Gör. Aybüke BAŞTÜRK'e çok teşekkür ederim. Uzakları yakın eden canım arkadaşım Merve ATAŞ'a teşekkür ederim. Manevi desteğiniz çok kıymetliydi. Ayrıca hem manevi hem de fikri desteğini esirgemeyen kıymetli arkadaşım Dr. Ayşe DURMUŞ'a çok teşekkür ederim.

Araştırmanın hem pilot aşamasında hem de uygulanmasında büyük özveri gösteren uygulama öğretmenime minnettarım. Ayrıca, uygulama sınıfıma gösterdikleri çaba ve öğrenme azmi için de teşekkür ederim.

Tezimin çeşitli aşamalarında analiz için destek sunan Dr. Zeynep KIRYAK ve Arş. Gör. Onurhan GÜVEN'e teşekkür ederim.

Her zaman desteklerini hissettiğim ama özellikle son dönemde her konuda anlayış gösteren tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Küçük bir kız çocuğuyken soru sormamı teşvik eden ve sorgulamayı ve ikna etmeyi üzerinde defalarca denediğim biricik babam İrfan CANDAS’a, radikal fikirleriyle düşünmenin sınırlarının olmadığını öğreten canım annem Semine CANDAS’a minnettarım. Hem doktora sürecimde hem de hayatımın birçok serüveninde kolaylaştırıcı rol üstlenen ve her daim en kıymetlim olan kardeşim Dr. Kaan Başar CANDAS’a çok teşekkür ederim. Canım ailem, sizin tarafınızdan her zaman destekleneceğimi bilmek en büyük özgürlüğüm.

Pandemi nedeniyle evlere kapandığımız dönemde hayatımıza yıldırım gibi düşen ve yaşantımızı tamamıyla değiştiren, en iyi dostum Köpük’e korkularımı yenmemi sağladığı için çok teşekkür ederim.

En son ve en önemli teşekkürüm ise sayesinde bir kadın olarak onun açtığı yolda çalışabildiğim, üretebildiğim ve araştırabildiğim dünyanın gördüğü en büyük lider Mustafa Kemal ATATÜRK’e en içten şükranlarımı sunuyorum.

Ve bu tezi düşünmekten ve düşündüklerini uygulamaktan korkmayıp daha yaşanılır bir dünya için çabalayan iyi insanlara ithaf ediyorum.

Ocak, 2024
Bahar CANDAS

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xviii
1. GİRİŞ	1
1. 1. Araştırmanın Amacı.....	6
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	7
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları	11
1. 4. Araştırmanın Varsayımları.....	12
1. 5. Tanımlar	12
2. LİTERATÜR TARAMASI	13
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	13
2. 1. 1. Eleştirel Düşünme Becerisi.....	13
2. 1. 2. Eleştirel Düşünmenin Öğretilmesi	16
2. 1. 3. Eleştirel Düşünmenin Değerlendirilmesi	18
2. 1. 4. Fen Eğitiminde Eleştirel Düşünme	19
2. 1. 5. Düşünmeye Dayalı Öğrenme (Thinking-Based Learning)	28
2. 1. 6. Otantik Problemler	32
2. 1. 7. Semantik Ağlar	35
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu.....	39
3. YÖNTEM.....	44
3. 1. Çalışma Grubu	46
3. 2. Eleştirel Düşünme Stratejilerinin Belirlenmesi.....	47
3. 3. Veri Toplama Araçları	49
3. 3. 1. Kavramsal Anlama Testi (KAT).....	51
3. 3. 2. Otantik Problemler	52
3. 3. 3. Gözlem Formları	53
3. 3. 4. Düşünce Günlükleri	55
3. 3. 5. Semantik Ağlar	56
3. 3. 6. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler.....	56

3. 3. 7. Öğretimde Kullanılan Çalışma Kağıtları	57
3. 4. Öğretim Sürecinin Tasarlanması.....	58
3. 5. Pilot Uygulama	62
3. 6. Asıl Uygulama	64
3. 6. 1. Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Öğretim Süreci	64
3. 6. 2. Kuvvet ve Enerji Ünitesi Öğretim Süreci	67
3. 6. 3. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesi Öğretim Süreci.....	69
3. 7. Kontrol Grubunda Derslerin Yürütülmesi.....	71
3. 8. Verilerin Analizi	71
3. 8. 1. Kavramsal Anlama Testinin Analizi.....	71
3. 8. 2. Otantik Problemlerin Analizi	73
3. 8. 3. Gözlem Formlarının Analizi	74
3. 8. 4. Düşünce Günlüklerinin Analizi	74
3. 8. 5. Semantik Ağların Analizi.....	75
3. 8. 6. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi.....	77
3. 8. 7. Öğretimde Kullanılan Çalışma Kağıtlarının Analizi.....	77
3. 9. Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik	77
3. 10. Araştırmada Etik Hususlar	79
3. 11. Araştırmacının Yeterliği ve Süreçteki Rolü	79
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	80
4. 1. Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersinin Deney ve Kontrol Grubundaki Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına Etkisi	80
4. 2. Deney ve Kontrol Grubundaki Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerisini Transfer Edebilme Durumları.....	91
4. 3. Deney Grubu Öğrencilerinin Bilişsel Eleştirel Düşünme Stratejilerini Fen Konularında Kullanabilme Durumları	107
4. 3. 1. Öğrencilerin Öğrendiklerini Transfer Etme Stratejisini (S11) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	107
4. 3. 2. Öğrencilerin Görüş Geliştirme Stratejisini (S12) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	131
4. 3. 3. Öğrencilerin Sözcüklerin ve Söz Öbeklerinin Açık Hale Getirilmesi Stratejisini (S14) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	137
4. 3. 4. Öğrencilerin Değerlendirme İçin Ölçüt Geliştirme Stratejisini (S15) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	149
4. 3. 5. Öğrencilerin Bilgi Kaynaklarının Güvenirliğini Değerlendirme Stratejisini (S16) Fen Konularında Kullanabilme Durumları.....	158
4. 3. 6. Sokratik Sorgulamayı Uygulama Stratejisini (S24) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	163

4. 3. 7. Öğrencilerin Önemli Benzerlikleri ve Farklılıkları Belirleme Stratejisini (S29) Fen Konularında Kullanabilme Durumları.....	170
4. 3. 8. Öğrencilerin İlgili Olmayan Olgulardan İlgili Olanları Ayırt Etme Stratejisini (S31) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	179
4. 3. 9. Öğrencilerin Akılcı Çıkarımlar, Kestirmeler ve Yorumlar Oluşturma Stratejisini (S32) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	187
4. 3. 10. Öğrencilerin Sebep ve Sonuçları Keşfetme Stratejisini (S35) Fen Konularında Kullanabilme Durumları	200
4. 4. Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersinin Öğrencilerin Duyuşsal Stratejilerine Etkisi.....	224
4. 5. Uygulama Öğretmeninin Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersine Yönelik Görüşleri.....	238
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	246
5. 1. Sonuçlar	246
5. 2. Öneriler	247
5. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler.....	248
5. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	249
6. KAYNAKLAR.....	251
7. EKLER.....	277
8. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	279

ÖZET

Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersinin Etkililiğinin İncelenmesi

Eleştirel düşünme, bireyin amaçlı olarak bir konu veya içerik hakkında düşünmesidir. Eleştirel düşünmenin bir konu bağlamında öğretilmesinde ilk akla gelen derslerden birisi olan fen bilimleri dersinde konu içeriklerinin ve materyallerin amaçlı düşünmeye hizmet edecek şekilde hazırlanması önemlidir. Eleştirel düşünmenin alt becerilerini tanımlayan, açıklayan ve davranışlarını gösteren eleştirel düşünme stratejilerinin, eleştirel düşünmenin öğrenme ortamında kazandırılmasında ve gözlemlenmesinde kullanılabileceğine inanılmaktadır. Bu noktada, fen bilimleri dersi konu içeriğine entegre edilmiş eleştirel düşünme stratejilerini içeren öğretim tasarımının öğrencilerin hem kavramsal anlamalarına hem de eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Düşünme becerilerinin sınıf ortamında kazandırılırken kullanılması önerilen Düşünmeye Dayalı Öğrenme (DDÖ) yaklaşımı, bu çalışmada da eleştirel düşünmenin öğrencilere kazandırılması ve geliştirilmesi için kullanılmıştır. Bu araştırmanın amacı eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş yedinci sınıf fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelenmesidir. Çalışmada öğrencilerin fen konularında amaçlı düşüncelerini sağlamak için DDÖ yaklaşımı kullanılarak öğrencilerin fen içerik bilgisi ile eleştirel düşünme stratejilerinin kazandırılması hedeflenmiştir. Literatürde eleştirel düşünme becerisini sınıflandıran birçok araştırma bulunmakla birlikte bu çalışmada Paul vd. (1990) eleştirel düşünme stratejileri kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü ünitelerin kazanımları uygun eleştirel düşünme stratejileri eşleştirilerek çalışmada kullanılacak 10 bilişsel ve dört duyuşsal strateji belirlenmiştir.

Karma yöntem araştırmalarından iç içe desenle yürütülen araştırmanın deney grubu 23, kontrol grubu 26 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma 2021-2022 eğitim-öğretim yılında DDÖ yaklaşımıyla deney grubunda, mevcut öğretimle kontrol grubunda Hücre ve Bölünmeler, Kuvvet ve Enerji ile Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitelerinde 14 hafta süresince yürütülmüştür. Araştırmada veriler kavramsal anlama testleri, otantik problemler, semantik ağlar, gözlem formu, düşünce günlükleri, öğretim materyalleri ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamaları ve grupların birbirinden farkları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Stratejilerin öğretim süreci içinde açığa çıkma durumları gözlem formları ve öğrencilerin öğretim materyallerine ve otantik problemlere verdikleri cevaplar ve semantik ağ çizimleri üzerinden incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş DDÖ yaklaşımıyla tasarlanmış fen bilimleri dersinin, araştırmanın yürütüldüğü üç ünite de mevcut fen öğretiminden daha etkili olduğu ve öğrencilerin kavramsal anlamalarını

geliştirdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, otantik problemlerin çözümünde kavramsal anlamının yeterli olmadığı ve doğru içerik bilgisinin seçilmesinin önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, DDÖ yaklaşımı gibi öğrencilerin yeni alışkanlıklar oluşturmaları gereken öğretim tasarımlarında sürece alışmalarında yapılandırılmış etkinliklerin daha etkili sonuçlar verdiği ve bu yaklaşımın öğrencilerde düşünme rutinlerinin oluşmasını desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretim tasarımına entegre edilen eleştirel düşünme stratejilerinin çoğunlukla içerik bilgisini edinmelerine yardımcı olduğu ve içerik bilgisi arttıkça stratejileri daha etkili şekilde kullanabildikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte, semantik ağlardan elde edilen bulgulara DDÖ yaklaşımının öğrencileri ünitenin kavramlarıyla düşündürmeye teşvik ettiği ancak kavramlar arasında ilişki kurmayı sağlamada kısmen etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, küçük grup tartışması ya da düşün-eşleş-paylaş tekniği olmadan sadece büyük sınıf tartışması şeklinde yürütülen etkinliklerin öğrencilerin sosyal kaygı yaşamalarına sebep olduğu görülmüştür. Öğrencilerin duyuşsal stratejilerinin gelişiminde ait oldukları sosyal grubun desteğinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, öğrencilerde düşünme rutini oluşana kadar yapılandırılmış etkinliklerin kullanılması, rutin oluştuktan sonra etkinliklerin değiştirilerek yeni rutinlerin oluşturulması önerilmektedir. Bununla birlikte strateji sayısının azaltılarak aynı stratejiye yönelik daha yoğun etkinliklerin yürütülmesinin faydalı olacağına inanılmaktadır. Semantik ağlarda öğrencilerin kavramlar arasında kurdukları bağlantı sayılarını arttırmak için ünitenin kavramlarının ilişkilendirilerek öğretilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Duyuşsal stratejilere yönelik yürütülecek görüşmeler odak grup görüşmesi şeklinde yürütülerek hem öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini nasıl analiz ettikleri hem de öğrencilerin ürettikleri görüşlerin niteliği araştırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Düşünmeye Dayalı Öğrenme (DDÖ), Eleştirel Düşünme, Otantik Problem, Semantik Ağ

ABSTRACT

Examining the Effectiveness of Science Course Enriched with Critical Thinking Strategies

Critical thinking is the individual's purposeful thinking about a subject or content. It is important to prepare the course contents and materials to serve purposeful thinking in the science course, which is one of the first courses that comes to mind when teaching critical thinking in the context of a subject. It is believed that critical thinking strategies that define, explain, and demonstrate the behaviors of critical thinking sub-skills can be used to teach and observe critical thinking in the learning environment. At this point, it is thought that instructional design that includes critical thinking strategies integrated into the science course content will contribute to the development of both students' conceptual understanding and critical thinking. The Thinking-Based Learning (TBL) approach, which is recommended to be used while teaching thinking skills in the classroom environment, was used in this study to teach and develop critical thinking in students. The purpose of this research is to examine the effectiveness of the seventh-grade science course enriched with critical thinking strategies. The study aimed to provide students with science content knowledge and critical thinking skills by using the Thinking-Based Learning (TBL) approach to enable students to think purposefully about science subjects. Although there are many studies in the literature classifying critical thinking skills, in this study Paul et al. (1990) critical thinking strategies were used. By matching the outcomes of the units in which the research was conducted with appropriate critical thinking strategies, 10 cognitive and four affective strategies to be used in the research were determined.

This embedded mixed research design was carried out with the experimental group consists of 23 students and the control group consists of 26 students. The research was conducted in the 2021-2022 academic year in the experimental group with the TBL approach and in the control group with the current teaching in the Cell and Divisions, Force and Energy and Pure Substances and Recycling units for 14 weeks. In the study, data were collected through conceptual understanding tests, authentic problems, semantic mapping, observation form, thought diaries, teaching materials and semi-structured interviews. The conceptual understanding of seventh grade students and the differences between the groups were analyzed statistically. The coming out of strategies during the teaching process was examined through observation forms, students' answers to teaching materials and authentic problems, and semantic mapping drawings, based on the determined categorization levels.

In line with the data obtained from the research, it was determined that the science course designed with the TBL approach, enriched with critical thinking strategies, was more effective than

the current science teaching in all three units in which the research was conducted and improved students' conceptual understanding. However, it has been determined that conceptual understanding was not sufficient in solving authentic problems and choosing the right content knowledge was important. In addition, it was concluded that structured activities gave more effective results in teaching students to get used to the process, such as the TBL approach, in which students need to form new habits, and this approach supported to create thinking routines in students. It was inferred that critical thinking strategies integrated into instructional design mostly helped students acquire content knowledge, and as content knowledge increased, students used the strategies more effectively. However, in the findings obtained from semantic mapping, it was determined that the TBL approach encouraged students to think about the concepts of the unit but was only partially effective in establishing relationships between concepts. Additionally, it has been observed that activities carried out only as big class discussions, without small group discussions or think-pair-share techniques, cause students to experience social anxiety. It was concluded that the support of the social group to which students belong was important in the development of their affective strategies.

In line with the results obtained, it was recommended to use structured activities until students develop a thinking routine, and to create new routines by changing the activities after the routine was formed. However, it was believed that it would be beneficial to reduce the number of strategies and conduct more activities aimed at the same strategy. It was thought that it would be useful to teach the concepts of the unit by associating them in order to increase the number of connections students make between concepts in semantic mapping. Interviews regarding affective strategies could be conducted in the form of focus group interviews to investigate how students analyze each other's thoughts and the quality of the opinions produced by students.

Keywords: Authentic Problem, Critical Thinking, Semantic Mapping, Thinking Based Learning (TBL)

TABLÖLAR LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Eleştirel Düşünmeyi Öğretme Yaklaşımları	18
2.	Fen Eğitiminde Eleştirel Düşünmeye Yönelik Çalışmalar	21
3.	DDÖ Yaklaşımının Etkililiğinin Araştırıldığı Çalışmalar	31
4.	Otantik Problemlere Yönelik Yürütülen Çalışmalar	33
5.	Semantik Ağların/Haritaların Kullanıldığı Çalışmalar	37
6.	Kazanım-Strateji Eşleştirme Örnekleri.....	48
7.	Veri Toplama Araçlarının Bilişsel ve Duyuşsal Stratejileri İçerme Durumları	50
8.	Açık Uçlu Soruların Analizinde Kullanılan Kategorilendirme	72
9.	İki Aşamalı Soruların Analizinde Kullanılan Kategorilendirme	72
10.	KAT Kolmogrov-Smirnov Testi, Basıklık ve Çarpıklık Değerleri	73
11.	Otantik Problem Değerlendirme Rubriği	73
12.	Semantik Ağ Değerlendirme Rubriği	75
13.	Araştırmanın Yürütüldüğü Ünitelerin Temel ve Güçlü Kavramları.....	76
14.	Araştırmanın Yürütüldüğü Ünitelere Göre Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı-t Testi Sonuçları	80
15.	Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-Test Bağımsız-t Testi Sonuçları	81
16.	Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Öğretiminin Etkililiğine Yönelik Bağımsız-t Testi Sonuçları.....	82
17.	Hücre ve Hücrenin Yapısı Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular	91
18.	Mitoz ve Mayoz Bölünme Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular	93
19.	Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Otantik Problemlerinin Deney ve Kontrol Grubu Bağımsız t-Testi Sonuçları	94
20.	Ağırlık Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	95
21.	Fiziksel İş Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	96

22.	Sürtünme Kuvveti Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular	98
23.	Kuvvet ve Enerji Ünitesi Otantik Problemlerinin Deney ve Kontrol Grubu Bağımsız t-Testi Sonuçları	100
24.	Element-Bileşik Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular	100
25.	Karışımlar Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular	102
26.	Geri Dönüşüm Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	103
27.	Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesi Otantik Problemlerinin Deney ve Kontrol Grubu Bağımsız t-Testi Sonuçları.....	105
28.	Öğrencilerin Hücre Zarı, Sitoplazma ve Çekirdek Kavramlarını Model Üzerinde Gösterebilme Durumları	108
29.	Öğrencilerin Hücre-Doku-Organ-Sistem-Organizma İlişkisini Kurabilme Durumları	109
30.	Öğrencilerin Mitoz Bölünme Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları	110
31.	Öğrencilerin Mitoz Bölünme Kavramına Yönelik Verdikleri Örnekler.....	111
32.	Öğrencilerin Döllenme Sürecine Yönelik Model Çizme Durumları	112
33.	Öğrencilerin Kütle Çekim Kuvveti ve Yer Çekimi Kuvvetinin Yönlerini Çizme Durumları	113
34.	Öğrencilerin Ağırlığın Farklı Konumlardaki Değişimlerine Yönelik Örnek Verme Durumları.....	115
35.	Öğrencilerin Fiziksel İş Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları	117
36.	Öğrencilerin İş Kavramına Yönelik Verdikleri Örnekler	117
37.	Öğrencilerin Sürtünme Kuvvetinin Yönünü Çizme Durumları.....	119
38.	Öğrencilerin Basit Atom Modelini Çizme Durumları	120
39.	Öğrencilerin Molekül Modeli Çizme Durumları.....	121
40.	Öğrencilerin Kavram Haritası Hazırlayabilme Durumları	124
41.	Buğdayın Sapından Ayrılmasına Yönelik Öğrenci Cevapları.....	124
42.	Öğrencilerin Bağımlı, Bağımsız ve Kontrol Değişkenlerini Belirleyebilme Durumları	125
43.	Öğrencilerin Atık Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları.....	127
44.	Öğrencilerin Atık Kavramına Yönelik Verdikleri Örnekler.....	127

45.	Öğrencilerin Yeniden Kullanma Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları	128
46.	Hücre ve Organellerin Keşfedilme Sırasına Yönelik Öğrenci Görüşleri	132
47.	İlk ve Güncel Hücre Modelinin Benzerliğine Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	133
48.	Elementlerin Gösterimde Sembol Kullanımının Faydalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri	134
49.	Geri Dönüşümün Katkılarına Yönelik Öğrenci Görüşleri.....	135
50.	Öğrencilerin Hücre ve Hücrenin Yapısına Ait Kavramların Özelliklerini Belirleme Durumları.....	137
51.	Öğrencilerin Hücre, Doku, Organ, Sistem ve Organizma Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	138
52.	Öğrencilerin Mitoz Bölünme ve Mayoz Bölünme Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	140
53.	Öğrencilerin Kütle Çekim Kuvveti ve Yer Çekimi Kuvveti Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	141
54.	Öğrencilerin Fiziksel İş ve Enerji Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları	142
55.	Öğrencilerin Sürtünme Kuvveti, Hava ve Su Direnci Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	143
56.	Öğrencilerin Atomun Yapısı ve Atomun Parçacıklarına Yönelik Kavramların Özelliklerini Belirleme Durumları	144
57.	Öğrencilerin Molekül, Element ve Bileşik Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	145
58.	Öğrencilerin Saf Madde ve Karışım Kavramlarını Özelliklerini Belirleme Durumları	146
59.	Öğrencilerin Heterojen ve Homojen Karışım Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	146
60.	Öğrencilerin Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları.....	147
61.	Öğrencilerin Kütle ve Ağırlık Kavramlarının Karşılaştırılmasında Kullanılan Ölçütleri Belirleme Durumları.....	150
62.	Öğrencilerin Kinetik Enerjinin Ölçütlerini Belirleme Durumları	151
63.	Öğrencilerin Potansiyel Enerjinin Ölçütlerini Belirleme Durumları.....	152
64.	Öğrencilerin Maddelerin Türlerine Karar Verme Durumları	154
65.	Öğrencilerin Ayırma Yöntemlerine Karar Vermede Kullandıkları Ölçütler.....	156

66.	Öğrencilerin Buğdayın Ayrılmasında Kullanılan Geleneksel Yöntemin Ölçütlerini Belirleme Durumları	157
67.	Öğrencilerin Atom Modellerindeki Bilgi Değişimine Belirleme Durumları.....	158
68.	Öğrencilerin Molekül Modellerini Değerlendirme Durumları	160
69.	Karışımların Ayrılması Değerlendirme	161
70.	Parça Değişiminin Canlılar İçin Önemine Yönelik Öğrenci Sorgulamaları.....	163
71.	Enerji Dönüşümleri Konusunda Öğrenci Sorgulamaları	164
72.	Hava ve Su Direncine Yönelik Öğrenci Sorgulamaları.....	165
73.	Atom Modelleri Konusuna Yönelik Öğrenci Sorgulamaları.....	166
74.	Karışımların Ayrılmasına Yönelik Öğrenci Sorgulamaları	168
75.	Öğrencilerin Bitki ve Hayvan Hücrelerinin Benzerlikleri ve Farklılıklarını Belirleme Durumları.....	170
76.	Öğrencilerin Hücreyi Şekilleri ve Görevleri Yönünden Karşılaştırma Durumları	172
77.	Öğrencilerin Mitoz ve Mayoz Bölünmenin Benzerlikleri ve Farklılıklarını Belirleme Durumları.....	173
78.	Öğrencilerin Elementlerin Benzer Kullanım Alanları Belirleme Durumları.....	175
79.	Öğrencilerin Element ve Bileşiklerin Benzer ve Farklı Özelliklerini Belirleme Durumları.....	176
80.	Öğrencilerin Saf Madde ve Karışımların Farklı Özelliklerini Belirleme Durumları	177
81.	Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma Kavramlarının Benzer ve Farklı Özelliklerini Belirleme	177
82.	Öğrencilerin Günlük Yaşantılarındaki Hatalı İş Örneklerini Ayırt Etme Durumları	180
83.	Öğrencilerin Günlük Yaşantılarındaki Kinetik ve Potansiyel Enerji Örneklerini Ayırt Etme Durumları	181
84.	Öğrencilerin Sürtünme Kuvveti Yüzey İlişkisini Ayırt Etme Durumları.....	182
85.	Öğrencilerin Saf Madde ve Saf Olmayan Maddeleri Ayırt Etme Durumları	183
86.	Öğrencilerin Element ve Bileşik Kavramına İlişkin Örnekleri Ayırt Etme Durumları	183
87.	Öğrencilerin Homojen ve Heterojen Karışım Örneklerini Ayırt Edebilme Durumları	185

88.	Öğrencilerin Geri Dönüştürülen ve Geri Dönüştürülmeyen Maddeleri Ayırt Edebilme Durumları.....	186
89.	Hücrelerin Şekillerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	188
90.	Hücreye Ait Bilgilerin Zaman İçinde Değişimine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	189
91.	Bitki ve Hayvan Hücrelerinin Mitoz Bölünmelerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	190
92.	Ağırlığın Değişimi ve Kütlenin Korunumuna Yönelik Öğrenci Açıklamaları	191
93.	Kinetik Enerjinin Bağlı Olduğu Değişkenlere Yönelik Öğrenci Açıklamaları	192
94.	Potansiyel Enerjinin Bağlı Olduğu Değişkenlere Yönelik Öğrenci Açıklamaları	193
95.	Enerji Dönüşümlerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	194
96.	Sürtünme Kuvvetinin Olumlu Yönlerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	195
97.	Elementlerin ve Bileşiklerin Çeşitli Özelliklerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	196
98.	Çözünme Hızının Bağlı Olduğu Faktörlere Yönelik Öğrenci Açıklamaları	197
99.	Tıbbi Atık Uyarı İşaretine Yönelik Öğrenci Açıklamaları	199
100.	Öğrencilerin Hücrenin Yapısına Yönelik Çalışmalar Arasında Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları.....	201
101.	Öğrencilerin Mitoz ve Mayoz Bölünmeye Yönelik Olası Sonuçları Belirleme Durumları.....	201
102.	Öğrencilerin Ağırlığın Değişiminin Sebeplerini Belirleme Durumları	203
103.	Öğrencilerin Hava ve Su Direncine Yönelik Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları	203
104.	Öğrencilerin Atomla İlgili Çalışmaların Devamlılığına Yönelik Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları.....	205
105.	Öğrencilerin Karışımları Ayırma Yöntemlerini Seçmeye Yönelik Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları.....	207
106.	Çözünme Hızına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesinde Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları	208
107.	Öğrencilerin Yürütülen Uygulamaya Yönelik Görüşleri	213
108.	Hücre ve Bölünmeler Ünitesine Yönelik Çizilen Semantik Ağlar Doğrultusunda Öğrenci Düzeyleri.....	215

109.	Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Çizilen Semantik Ağlar Doğrultusunda Öğrenci Düzeyleri.....	217
110.	Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesine Yönelik Çizilen Semantik Ağlar Doğrultusunda Öğrenci Düzeyleri.....	219
111.	Öğrenci Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular.....	231
112.	Uygulama Öğretmeninin Görüşleri	238



ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Eleştirel düşünme stratejileri	14
2.	Yeniden modellenen ders planı süreci.....	15
3.	Karma yöntem akış şeması	44
4.	Çalışmanın akış şeması.....	46
5.	Araştırmada kullanılan eleştirel düşünme stratejileri	49
6.	Veri toplama araçlarının geliştirilme süreci	50
7.	KAT'ta yer alan soru örnekleri.....	51
8.	KAT'ın duyuşsal boyutu	52
9.	Saf maddeler ve geri dönüşüm ünitesinde kullanılan otantik problem örneği	53
10.	Gözlem formlarından kesit	54
11.	Düşünce günlüğü örneği.....	55
12.	Semantik ağ örneği	56
13.	Örnek bir çalışma kâğıdı	58
14.	Öğretim materyallerini ve etkinliklerini geliştirme süreci akış şeması	59
15.	Bitki ve hayvan hücresi benzerlik ve farklılık belirlemeye yönelik görseller	65
16.	Hayvan hücresi etkinliği örneği.....	65
17.	Bitki ve hayvan hücresi benzerlik ve farklılık belirleme etkinliği.....	66
18.	Bitki ve hayvan hücresini çeşitli kriterlere göre karşılaştırma etkinliği	66
19.	Hücrenin bölümleri ile organellerin benzetimlerine yönelik etkinlik örneği	67
20.	Fiziksel iş kavramına yönelik söz öbeklerinin analizi ve transfer etme etkinliği.....	68
21.	Fiziksel iş konusu yapılandırılmış grid örneği	68
22.	Akılcı çıkarımlar/yorumlar oluşturmaya yönelik temas yüzeyi-çözünme hızı ilişkisi etkinlik örneği	69

23.	Sebepleri ve sonuçları keşfetmeye yönelik temas yüzeyi-çözünme hızı ilişkisi etkinlik örneği	70
24.	Değişkenlerin belirlmesine yönelik söz öbeklerinin analizi ve transfer etme etkinliği	70
25.	Gözlem formlarından elde edilen verilerin standartlaştırılması	74
26.	Deney grubunun hücre ve hücrenin yapısı otantik problemine yönelik örnek cevapları	92
27.	Deney grubunun mitoz ve mayoz bölünme otantik problemine yönelik örnek cevapları	94
28.	Deney grubunun fiziksel iş otantik problemine yönelik örnek cevapları	97
29.	Deney grubunun sürtünme kuvveti otantik problemine yönelik örnek cevapları	99
30.	Deney grubunun elementler-bileşikler otantik problemine yönelik örnek cevapları	101
31.	Deney grubunun karışımlar otantik problemine yönelik örnek cevapları	103
32.	Deney grubunun geri dönüşüm otantik problemine yönelik örnek cevapları.....	104
33.	Öğrencilerin hücre yapılarını model üzerinde gösterimleri.....	109
34.	Öğrencilerin döllenme sürecine yönelik örnek çizimleri.....	113
35.	Öğrencilerin kütle çekim kuvveti ve yer çekimi kuvveti örnek çizimleri	115
36.	Öğrencilerin çizdiği atom modeli örnekleri.....	121
37.	Öğrencilerin aynı tür atom içeren model örnekleri.....	122
38.	Öğrencilerin farklı tür atom içeren model örnekleri.....	123
39.	Element ve bileşik kavramına yönelik örnek öğrenci modelleri ve çizimleri	123
40.	Bitki ve hayvan hücrelerinin karşılaştırmasına yönelik öğrenci cevapları	171
41.	Hücre ve bölünmeler ünitesine yönelik semantik ağ örnekleri	216
42.	Kuvvet ve enerji ünitesine yönelik semantik ağ örnekleri.....	218
43.	Saf maddeler ve geri dönüşüm ünitesine yönelik semantik ağ örnekleri	219

GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Hücre ve bölünmeler ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorulara göre öğrenci frekansları	83
2.	Hücre ve bölünmeler ünitesi KAT'ında yer alan açık uçlu sorulara göre öğrenci frekansları	84
3.	Kuvvet ve enerji ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorulara göre öğrenci frekansları	85
4.	Kuvvet ve enerji ünitesi KAT'ında yer alan açık uçlu sorulara göre öğrenci frekansları	86
5.	Saf maddeler ve geri dönüşüm ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorulara göre öğrenci frekansları	88
6.	Saf maddeler ve geri dönüşüm ünitesi KAT'ında yer alan açık uçlu sorulara göre öğrenci frekansları	89
7.	Bilişsel stratejilerin sınıf içinde gösterilme durumları.....	211
8.	Duyuşsal stratejilerin sınıf içinde gösterilme durumları.....	225
9.	Düşünce günlükleri.....	227
10.	Duyuşsal boyut – KAT.....	227

1. GİRİŞ

Toplumsal ve teknolojik değişimler sosyal yaşantıyı etkilerken bu değişimlerin getirdiği yenilikler bireylerden beklenen davranışların da farklılaşmasına sebep olmaktadır. Bilgiye ulaşmanın kolaylaşması ve teknolojideki gelişmelerle birlikte ülkeler arasındaki iletişim sınırlarının neredeyse ortadan kalkması, genç bireylerin dünya vatandaşı olma gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Özellikle bilgiye dayalı ekonomi çağında, bireylerin kendilerine iyi bir yaşam sağlayacak özelliklere sahip olmaları beklenmekte, bu durum öğrencilerin bu becerilere sahip olarak yetiştirilmeleri gerektiği düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Geleceğin toplumunu inşa edecek öğrencilere yönelik beklentilerin değişmesi, eğitimdeki yenileşme hareketlerine yön vermekte ve öğrencilere kazandırılması istenen bilgi beceri ve davranışların yeniden tanımlanmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, öğrencilere modern dünyanın gerekliliklerine uyumlanmalarını sağlayacak becerileri kazandırmak için öğretmenlerin çağın ihtiyaçlarının farkında olmaları ve bu tür becerileri besleyen ve geliştiren eğretim stratejilerini, bazen eğretim programının kapsamı dışına çıkarak, derslerine dahil etmeleri gerekmektedir (Abualrob, 2019).

Öğrencilerin akademik ve üretken bireyler olarak toplumda yer almaları gerektiğine inanan, sadece eğitim liderlerinin değil, iş sektörünün ve karar mekanizmalarının da yer aldığı uluslararası bir organizasyon olan 21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı [Partnership for 21st Century Skills (P21)], öğrencilerin yetişkin bireyler olarak sosyal yaşamlarında, iş yaşantılarında ve vatandaş olarak sahip olmaları beklenen bilgi ve becerileri *21. Yüzyıl Becerileri* adı altında ifade etmiştir. 21. yüzyıl becerileri sadece beceri ya da sadece bilgi olmayıp, bu iki kavramın kaynaşmasıyla açığa çıkan performansı içermektedir (Dede, 2009). Bu sebeple, öğrencilerin bu becerilere sadece sahip olmaları değil bu becerileri belirli bağlamlarda kullanabilmeleri ve aynı zamanda günlük yaşantılarına etkili şekilde uyarlayabilmeleri önemlidir (Doğan-Dolapçıoğlu, 2015). 21. yüzyıl becerilerinden birisi olan eleştirel düşünme becerisi bu yüzyıl vatandaşlarının sahip olmaları gereken hayati becerilerden birisi olarak literatürde yer almaktadır (Ananiadou & Claro, 2009; Halpern, 2014; Scott, 2015).

Eleştirel düşünme, bireyin düşünme kalitesini geliştirmek için herhangi bir konu, içerik veya sorun hakkında düşünme tarzıdır (Paul & Elder, 2002, s. 15). Bireyin, amaçlı olarak belirli bir bağlam ve kabul edilmiş standartlar içerisinde problem çözme, çıkarımda bulunma, olasılık hesaplama ve karar vermesini içeren bir düşünmedir (d'Angelo, 1971; Gündoğdu, 2009; Halpern, 2014). Bu sebeple, eleştirel düşünme bireyin yalnızca kendi düşüncesi hakkında düşünmesi ya da çıkarımda bulunması ve problem çözmesi değil, "istenen sonuçları" daha olası hale getirecek becerileri ve stratejileri kullanmasıdır. Bu şekilde elde edilen sonuçlar, sonucun ne kadar iyi olduğunu ya da bu problemin ne kadar iyi çözüldüğünü değerlendirmeyi sağlar. Eleştirel düşünme aynı zamanda düşünme sürecini değerlendirmeyi yani varılan sonuca götüren muhakemeyi veya bir karar verirken

göz önünde bulundurulacak faktörlerin değerlendirilmesini de içerir (Halpern, 2014). Bununla birlikte, eleştirel düşünen bireyler meraklı, bilgili, açık fikirli, esnek, adil, önyargısız, kendi düşüncesini düzeltmeye eğilimli olma ve karmaşık durumlarla baş etme gibi bazı duyuşsal özelliklere sahiptir (Facione, 1990; Paul & Elder, 2002, 2013). Bu bağlamda, 21. yüzyıl bireylerinin eleştirel düşünür olarak adlandırılabilmesi için bilişsel olduğu kadar duyuşsal olarak da belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bireylerin duyuşsal özelliklerinin, bilişsel becerilerini ne kadar etkilediği net olarak bilinmemesine rağmen (Batı, 2014), eleştirel düşünme sürecinde kişinin duyuşsal eğilimi ön koşul olup bu becerinin ayrılmaz bir parçasıdır (Alkaya, 2006; Yıldırım & Şensoy, 2011).

Bireyler küçük yaşlardan itibaren eleştirel düşünmeye yönelik yetkinlik kazanmaya başlamakta ve bu kazanım yaşam boyu devam etmektedir (Batı, 2014; Lai, 2011). Gibson (1995) düşünmenin nefes almak kadar doğal olduğunu ancak etkili düşünme için eğitimin şart olduğunu ifade etmiştir. Bireyler eleştirel düşünür olarak doğmadıklarından (As'ari, 2014; Schafersman, 1991), nasıl eleştirel düşünecekleri konusunda profesyonel bir modele ve yol göstericiye ihtiyaçları vardır (Snyder & Snyder, 2008). Öğrenciler için bu modeller hiç şüphesiz okul hayatları süresince öğretmenleri olacaktır. Bu sebeple, ders içeriklerinin ve materyallerinin eleştirel düşünmeyi gerektirecek şekilde hazırlanarak ilkokuldan itibaren planlı şekilde uygulanmasının, bireyin yaşam boyu eleştirel düşünür olmasında önemli katkısının olacağı ifade edilebilir. Çünkü eleştirel düşünme, amaçlı olarak bireyin kendi düşüncesini düşünmesini içerir (Nosich, 2016) ve ilkokul öğrencileri dünyaya dair temel görüşlerinin oluştuğu, yaşadığı toplumu tanımaya ve katkı sunmaya başladığı ve 21. yüzyıl vatandaşı olarak sorumlu hissedebilecekleri kritik yaş aralığındadırlar (Stanley, 2017). Bu sebeple, ilkokuldan itibaren verilecek eleştirel düşünme eğitiminin iş birliği ve iletişim odaklı yapılandırılarak öğrencilerin etkin olabilmelerine ve farklı bakış açılarını kullanabilmelerine fırsat verecek şekilde planlanmasının önemli olduğuna inanılmaktadır.

Eleştirel düşünmenin öğretilmesinde konu-bağımlı ve konu-bağımsız tartışması uzun yıllardır devam etmektedir. Konu-bağımsız görüş eleştirel düşünmenin bir konudan/disiplinden bağımsız olduğunu ve herhangi bir alanda uygulanabileceğini savunur (Davies, 2013; Ennis, 1989; Halpern, 1998). Konu-bağımlı görüş ise her alanın farklı kelimeleri/kavramları/olguları olduğunu bu sebeple bunları bilmeden eleştirel düşünmenin mümkün olmadığını ifade eder (Lai, 2011; McPeck, 1981). Alana özgü bilgi gerektirdiği için son yıllarda araştırmalarda konu-bağımlı öğretim yaklaşımına bir eğilim olsa da (Tiruneh, Verburch, & Elen, 2014), iki görüşün sentezi ön plana çıkmaktadır (Davies, 2013; Tiruneh, De Cock, Weldeclassie, Elen, & Jansses, 2017; Tiruneh, De Cock, & Elen, 2018). Eleştirel düşünmenin öğretiminde eğilimlerin sentezlenmesi eleştirel düşünme tanımının yeniden yapılandırılmasına sebep olmuştur. Eleştirel düşünme, öğrencilerin belirli konu içeriğini derinlemesine anlamaları, karmaşık gerçek yaşam problemlerini çözmeye yönelik süreçleri geliştirmeleri ve daha aktif ve bilgili bir vatandaş olma eğilimi ile yakından bağlantılıdır (Tiruneh vd., 2018). Bu doğrultuda, hem konu-bağımlı hem de konu-bağımsız etkinliklerin öğretime dahil

edilmesi ve eleştirel düşünme becerisinin konu bağlamı içerisinde geliştirilerek konu bağlamı dışına transfer edilmesinin desteklenmesi önemlidir (Swartz & McGuinness, 2014).

Konu-bağımlı bir etkinlikte kullanılan eleştirel düşünme becerisinin aynı konu döngüsü içindeki farklı bir etkinlikte kullanılması becerinin yakın transferini, konu-bağımsız bir duruma aktarılması ise becerinin uzak transferini gerektirmektedir (Tiruneh vd., 2017). Bu noktada, eleştirel düşünme öğretimini okullarda uygulamak için bir konu bağlamının ve konu bağlamının uzantısı olabilecek konu-bağımsız bir durumun olması gerektiği söylenebilir. Disiplinler bağlamında bakıldığında eleştirel düşünme, fen eğitimiyle kazandırılmaya çalışılan temel bilişsel beceriler ve eğilimlerden birisidir (Siew & Mapaela, 2016). Fen eğitiminin en temel amacı, ilgili konu alanı, disiplin ve aynı zamanda bilimsel, teknolojik, ekonomik, sosyal ve çevresel konularda öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve eleştirel düşünme sayesinde disiplinler ve alanlar arasında beceri aktarımının sağlanması şeklinde ifade edilmektedir (Zoller, Ben-Chaim, Ron, Pentimalli, Scolastica, Chiara, & Borsese, 2000). Fen konularının günlük hayatta önemli bir yerinin olması, gerçek yaşam problemlerinin konu-bağımsız olarak eleştirel düşünme öğretim süreçlerine dahil edilebileceği fikrini oluşturmaktadır.

Eleştirel düşünmenin fen öğretimi aracılığıyla öğrencilere kazandırılması ve geliştirilmesinin önemine pek çok araştırmada vurgu yapılmaktadır (Adam & Manson, 2014; Lin, 2013; Marin & Halpern, 2011; Oliveras, Marguez, & Sanmari, 2013; Siew & Mapeala, 2016; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016). Eleştirel düşünmenin, farklı bileşenleri kapsayan içerik, konu veya problem hakkında amaçlı bir düşünme olması (Alwehaibi, 2012), fen konu içeriklerinin ve materyallerinin de bu amaca hizmet edecek şekilde hazırlanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Fen bilimleri öğretmeni eleştirel düşünme öğretimini farklı konu alanlarıyla bütünleştirmeli ve öğrencilerin bu becerileri farklı bağlamlara transfer etmesine yardım etmelidir (Facione, 1990). Geleneksel fen öğretimin doğasında yer alan bilginin aktarılması ve öğrenciler tarafından ezberlenmesi durumu öğrencilerin eleştirel düşünmesine fırsat vermemektedir. Ayrıca, geleneksel fen dersleri, eleştirel düşünemediği için akılcı kararlar alamayan öğrencileri hem günlük hem de toplumsal hayata hazırlamakta yetersiz kalmaktadır (Barak, Ben-Chaim, & Zoller, 2007). Ancak, bilimsel bilgi miktarındaki hızlı artış öğrencileri de bilimsel olaylarda taraf olmaya itmektedir (örneğin; Covid-19 aşısını alma ya da olmamaya yönelik karar verme). Bu sebeple bilimsel sorunlarda mantıklı ve akılcı kararlar veren öğrencilerin toplumda yer alması önemli olup bu durumun sağlanması fen sınıflarına gerçek yaşam ya da sosyo-bilimsel problemlerin getirilmesi ile mümkün olabilir. Bu sayede öğrenciler bilimi ve fenin doğasını daha iyi anlayarak bilimin ve teknolojinin toplum üzerindeki değiştirici gücünü de fark edebilirler (Forawi, 2016; Sadler, Ben-Chaim, & Zeidler, 2002). Ancak ülkemizde güncel olarak kullanılan fen bilimleri öğretim programı da dahil olmak üzere (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) farklı ülkelerin öğretim programlarında da eleştirel düşünme becerisinin öğretilmesine yeterince yer verilmemektedir (National Research Council [NRC], 2012). Güncel fen bilimleri öğretim

programında eleştirel düşünme ifadesi sadece programın genel amaçları arasında yer bulmuştur (MEB, 2018). Bu durum, eleştirel düşünmenin fen konuları içinde örtük olarak öğretilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Eleştirel düşünme öğretiminde öğrenciye düşüneceği bir fen konusunun verilmesi gerekmektedir (Huitt, 1998). Zira, düşünme boşlukta gerçekleşmez; bir konu üzerine düşünülür ve düşünme süreci için o konuya yönelik bilgi gereklidir (McPeck, 1981). Eleştirel düşünme de farklı bileşenleri içeren içerik, konu veya problem hakkında amaçlı bir düşünmedir (Alwehaibi, 2012). Bu sebeple, öğrencinin de amaçlı olarak fen konusu hakkında düşünebilmesi için öncelikle konuya yönelik bilgi edinmesi gerekmektedir. Eleştirel düşünme büyük ölçüde formal öğrenmeye bağlıdır (Linn & Shore, 2008) ve öğretimin içeriği eleştirel düşünmeyle ne kadar çok ilişkilendirilirse, öğrenciler öğrendikleri kavramları o kadar detaylı çözümleyebilecektir (Swartz & Parks, 1994). Bu sebeple, bu becerinin geliştirilmesinde en etkili yollar eleştirel düşünmeyi içeriğe yoğun şekilde entegre etmek ve farklı konu alanlarını ilişkilendirmektir (Çorapçıgil, 2014; Dunne & Morgan, 1995; Paul, Binker, Jensen, & Kreaklau, 1990; Siew & Mapeala, 2016; Şahin, 2016). Fen öğretim programının sarmal yapısı konu alanlarının birbirleriyle ilişkilendirilmesine olanak tanımaktadır. Fen dersi konu bilgisinin günlük hayat ile ilişkilendirilmesi ve sınıfta kazanılan becerilerin farklı bağlamlara ve okul dışı yaşantıya aktarılması eleştirel düşünmenin uzak transfer kavramıyla örtüşüğünü göstermektedir.

Fen kavramlarının, günlük hayatla ve okul dışı yaşantıyla ilişkilendirilerek öğrencilere sunulması otantik öğrenme kavramıyla ilişkili olup (Cholewinski, 2009), bu sayede fen konularının gerçek yaşamla bağlantısı kurularak bilginin transferi sağlanmış olur (Aynas, 2018; Güzel-Yücel & Koç, 2019). Otantik öğrenmenin bir parçası olan otantik problemler, iyi tanımlanmamış ve birden fazla çözüm yolu olan, iş birliğine dayalı olarak disiplinler arası ilişkiler kurulmasına fırsat veren gerçek dünya ilişkilerine sahip problemlerdir (Bektaş & Horzum, 2014; Renzulli, Gentry, & Reis, 2004). Sınıfa getirilen otantik problemler karmaşıklığından arındırılmadan, basitleştirilmeden ya da daha küçük birimlerine ayrılmadan, yaşantıdaki kompleks haliyle öğrenciye sunulur (Dadlı, 2017). Çünkü, bireyler günlük yaşantılarında problemlerle çözümü daha kolaylaştırılmış şekilde karşılaşmazlar, problemler çözülebilecek parçalara bireyin becerileri doğrultusunda indirgenir. Bu sayede öğrenciler okulla ya da dersle ilişkisiz görünen problemler üzerine düşünerek (Bortwick, Bennett, Lefoe, & Huber, 2007) farklı bakış açıları oluştururlar (Andersson & Andersson, 2005). Öğrencilerin hızla değişen dünyadaki toplumsal ve sosyal olaylara/haberlere/problemlere eleştirel olarak yaklaşabilmeleri için ders kitaplarındaki bilginin ötesine geçilmelidir (Ku, 2009). Çünkü günlük yaşantıdaki birçok problem ders kitaplarındaki bilginin hatırlanmasıyla çözülmez. Bu sebeple, gün geçtikçe daha kompleks olan sosyal hayatta öğrencilerin karşılaştıkları karmaşık problemleri çözerken eleştirel düşünme becerisini kullanmaları önemlidir. Çözülen problemler sayesinde okul sınırlarının ötesine geçen öğrenciler (Newmann & Wehlage, 1993) problemlere

çözüm ararken eleştirel düşünme becerisinin de dahil olduğu pek çok üst düzey düşünme becerisini kullanırlar.

Dewey, sınıfın gerçek dünya sorunlarını oluşturan koşullara benzemesi gerektiğini belirtmiştir (Bektaş & Horzum, 2014). Ancak, yetiştirilmek istenen öğrenci profilinin değişmesine ve yapılan çalışmalara rağmen fen öğretim ve öğrenme süreci bilginin tekrarlanması şeklinde devam etmekte, öğrencilerin bağlamlar arası ilişki kurmasına fırsat tanınmamakta ve öğrenilenler sınıf içerisinde kalmaktadır (Abualrob, 2019; Alkın, 2012; Ku, 2009). Ayrıca, öğrenciler okul dışında karşılaştıkları problemlerin çözümünde istedik sonuç alabilmeleri için hafızadan gelen otomatik/ yönlendirilmemiş düşünceler yerine amaçlı olarak düşünememektedirler (Halpern, 2014). Bu sebeple hem edinilen bilgiye eleştirel bakabilme hem de bilgiyle okul dışında karşılaşıldığında o bilgiyi yorumlayabilme ve fen bağlamıyla ilişkilendirme yetkinliğinin yetersiz kaldığı ifade edilebilir. Kavramların sadece bilimsel tanımlarının hatırlanması yeterli bulunup öğrenciler, kavramların günlük hayattaki yeri ve yaşamla ilişkisi üzerine düşünme zahmetine sokulmamaktadır (Gündoğan, 2017; Ku, 2009). Halbuki, fen eğitimi birtakım doğa olaylarını bilmenin ve birkaç formülü ezberlemenin ötesine hizmet etmektedir. Fen eğitimi sayesinde esnek problem çözücülerin ve iyi eleştirel düşünürlerin topluma kazandırılması hedeflenmeli, öğrencilere, aktarılabilir olan bu becerilerin tüm bireyler için önemli olduğu fikri benimsetilerek bu becerilerin geliştirilmesinde fen derslerinin önemi vurgulanmalıdır (Hall, 2016). Bu bağlamda, eleştirel düşünmeyi içeren etkili fen öğretiminin, öğrencilerin kavramları analiz edebilecekleri ve kavramları farklı bağlamlara transfer edebilecekleri şekilde olması önemlidir. Ayrıca fen öğretiminin, öğrencilerin bilişsel olarak aktif olacakları, öğrenme sürecini akranlarıyla birlikte yapılandıracakları, fen konu/kavram bilgilerini farklı olaylara ve durumlara transfer edebilecekleri ve tüm öğretim süreci boyunca yoğun şekilde eleştirel düşünmeye maruz kalacakları şekilde tasarlanması gerektiğine inanılmaktadır.

Öğrencilerin eleştirel düşünme ve fen kavramlarına yönelik bilgilerini kullanabilme becerilerinin geliştirilmesi fen eğitiminin temel hedeflerinden bazıları olarak çalışmalarda yer almaktadır (Bailin, 2002; Frijters, ten Dam, & Rijlaarsdam, 2008; Siegel, 1988; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016). Ancak, daha önce ifade edildiği gibi, konu ile ilgili yapılan araştırmalar, fen kavramlarını derinlemesine yapılandıramadığı için sahip olduğu bilgileri farklı alanlara uygulayamayan öğrencilerin yetiştiğini göstermektedir. Bu sebeple, fen eğitiminde eleştirel düşünmenin öğretilmesinde konu içeriğinin yoğun ve kapsamlı şekilde eleştirel düşünmeyi teşvik edecek, ilişkili kavram analiz edilerek çeşitli bağlamlarla ilişkilendirilecek ve ilişkili kavrama yönelik karmaşık bir problemi çözebilecek şekilde yapılması önerilmektedir (Alwehaibi, 2012; Asal, 2020; Colletti, 2011; Dunne & Morgan, 1995; Ertaş, 2012; Frijters vd., 2008; Paul vd., 1990; Rowe vd., 2015; Swartz & Park, 1994; Timuçin, 2019). Çünkü öğrenciler, kavramı çözümlerken ve kavram hakkındaki problemin çözümü üzerine düşünürken yoğun bir eleştirel düşünme süreci yaşar. Bu sebeple, fen öğretim ortamının öğrencilere hem kavramı çözümleyerek kavram bilgisini öğretecek

hem kavramın öğrencinin yaşantısıyla ilişki kurmasını sağlayacak hem de eleştirel düşünme becerisini kazandıracak etkinlikleri içerecek şekilde tasarlanması önemlidir (Barak vd., 2007; Kavanagh & Sneider, 2007). Aksi takdirde fenle ilgili yaşantısındaki bir olayı sınıfta öğrendiği kavramla ilişkilendiremediği ve doğru bilgiyi seçemediği için eleştirel düşüneyen ve kavramsal anlamda zayıf olan öğrencilerin yetişmesi kaçınılmazdır. Fen öğrenme ortamına otantik problemlerin getirilmesiyle, öğrenciler problemin doğru fen kavramıyla ilişkisini kurmaya çalışacak ve bu kavrama yönelik bilgilerini gözden geçireceklerdir. Böylece, öğrenciler eleştirel düşünme becerilerini farklı bağlamlarda kullanabildiklerini fark ederek, bu transfer etme sürecindeki kazanımlarını ileriki yaşantılarında karşılaştıkları durumlar için de aktarabileceklerdir. Bu noktada, eleştirel düşünme becerisinin fen öğretimiyle öğrencilere kazandırılmasına öğrencilerin sadece fen konularını öğretecek bir araç olarak değil, geleceğin yetişkinlerinin çalışma ve toplumsal hayatlarında ya da karar mekanizmalarında kullanacakları becerilerin kazandırılması olarak da bakılmalıdır. Bu sebeple, eleştirel düşünme becerisine sahip olmak hem bireysel hem de toplumsal olarak güçlü olmanın ve demokratik bir toplumun oluşmasında önemli koşullarından birisidir (Yalçınıyigit, 2016).

Fen öğretiminde eleştirel düşünmenin önemi, eleştirel düşünmenin öğrencilere öğretilmesi ve karşılaşılan problemlerin çözümüne katkısı araştırmacılar tarafından sıklıkla vurgulanmıştır (Lin, 2013; Siew & Mapeala, 2016; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016). Eleştirel düşünmenin farklı bağlamlar içinde kullanılması ve değerlendirilmesine ilişkin sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır (örneğin; Adam & Manson, 2014; Lin, 2013; Oliveras vd., 2013). Eleştirel düşünmenin geliştirilmesi fen eğitiminin temel amaçlarından birisi olmasına rağmen (Bailin, 2002; Siegel, 1988), fen bilimleri öğretim programları da dahil olmak üzere bu hususa yeterli vurgu yapılmamakta ve öğretim ortamında eleştirel düşünme etkinliklerine fırsat verilmemektedir (NRC, 2012). Ayrıca, eleştirel düşünmeye yapılan vurgunun örtük olması, sınıfta eleştirel düşünme öğretiminin nasıl ve ne kadar süreyle yapılacağına dair öğretmenlere yeterince bilgi veya ipucu vermemektedir. Eleştirel düşünmenin farklı bağlamlara/konulara transfer edilebilir nitelikte bir beceri olduğu düşünüldüğünde, öğrencilere bu transfer fırsatının verilmesinin, fen kavramlarının anlamlı öğrenilmesine ve doğru şekilde yapılandırılmasına katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın temel problemi, *“eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş yedinci sınıf fen bilimleri dersinin etkililiği nedir?”* şeklindedir.

1. 1. Araştırmanın Amacı

Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş yedinci sınıf fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelenmesi bu çalışmanın temel amacıdır.

Çalışmanın alt problemleri ise şu şekildedir:

1. Geliştirilen eleştirel düşünmeye dayalı öğretim tasarımının yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi nasıldır?
2. Deney ve kontrol grubunda bulunan yedinci sınıf öğrencilerinin öğretim süreci boyunca kazandıkları becerileri otantik problemler aracılığıyla transfer edebilme durumları nasıldır?
3. Deney grubundaki yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel eleştirel düşünme stratejilerini fen konularında kullanabilme durumları nasıldır?
4. Uygulama sürecinin deney grubundaki yedinci sınıf öğrencilerinin duyuşsal eleştirel düşünme stratejilerine etkisi nasıldır?
5. Öğretmenin fen konularında eleştirel düşünme stratejilerinin kullanılmasına yönelik öğretim öncesi ve sonrası görüşleri nelerdir?

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Düşünme, farkında olmadan bireyde doğal olarak gelişen bir süreçtir (Gibson, 1995). Ancak eleştirel düşünme bireyin doğuştan getirdiği bir beceri olmadığı gibi (Schafersman, 1991), bireylerin deneyimleri de her zaman eleştirel düşüncelerini gerektirmez (Snyder & Snyder, 2008). Schafersman'a (1991) göre, eleştirel düşünme öğrenilmesi gereken bir beceridir. Eleştirel düşünme ile eğitim arasındaki ilişki açıktır, iyi düşüncemeyen birey iyi öğrenemez. Eleştirel düşünmeyi öğrenmek, öğrencilerin daha yüksek konsantrasyon, daha derin analitik beceriler ve gelişmiş düşünme süreci gibi becerileri geliştirmelerine yol açar (National Education Association [NEA], 2012).

Eleştirel düşünmenin öğretilmesi uzun vadeli bir hedef olarak öğretim programları aracılığıyla profesyonel ve planlı şekilde öğrencilere kazandırılmalıdır (Akınoğlu, 2001; Schafersman, 1991; Schreglmann, 2016; Snyder & Snyder, 2008). Eleştirel düşünmenin bir dersle ya da disiplinle ilişkilendirilmeden öğretilmesinin daha uygun olduğunu ve tek başına bir ders olarak okullarda yer alması gerektiğini savunan bir yaklaşım bulunmaktadır (Davies, 2013; Ennis, 1989; Halpern, 1998; Kruse & Prensseisen, 1987). Bununla birlikte, konu bağlamıyla ilişkilendirilmeden yapılan eleştirel düşünme öğretiminde edinilen deneyimlerin yeterli şekilde kullanılamadığı ve öğrencinin yaşantısına aktarılamadığı görülmüştür (Huitt, 1998; Wright, 2002). Bu bağlamda, eleştirel düşünmenin öğrencilerin yeterli sınav puanını alarak başarılı olacakları bir dersten daha fazlası olması gerektiğine inanılmaktadır. Demokratik toplumların oluşmasında ve 21. yüzyıl ihtiyaçlarının karşılanmasında, öğrencilerin eleştirel düşünme becerisini sadece sınıf içinde değil günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemleri çözme ve etkili kararlar alma süreçlerinde de kullanmaları gerekmektedir (Önal, 2020; Ünlü, 2017). Bir konu bağlamı içine eleştirel düşünmeyi entegre etme

hem konunun öğrenilmesini hem de eleştirel düşünme becerisinin gelişmesini sağlamaktadır (Bayrak, 2014; Çavumirza, 2018; Kabataş-Memiş, 2016; Yalçınkaya, 2016).

Eleştirel düşünen bireylerin yetiştirilmesi hedefinin yer aldığı disiplinlerden birisi de fen bilimleridir (MEB, 2018). Ancak, bilimsel, mantıklı ve doğru düşünmeyi temsil eden fen bilimleri öğrencilere öğretilirken eş zamanlı olarak eleştirel düşünme becerisi kazandırılmamaktadır. “Öğrencilere nasıl düşüneceklerini öğretmek yerine ne düşünecekleri öğretilmektedir” (Clement & Lochhead, 1980’den aktaran Schafersman, 1991, s.1). Öğrencilerin fen bilimleri bağlamında nasıl düşünecekleri ise içerik bilgisini doğru şekilde nasıl anlayacakları ve değerlendirecekleri ile ilgilidir. Ancak, birçok fen bilgisi öğretmeni geleneksel öğretimi tercih ederek derslerinde beceri geliştirmek yerine bilgi vermeye daha fazla odaklanmaktadır (Abualrob, 2019; Alkın, 2012; Ku, 2009; Kurnaz, 2007). Bu tarz bir öğretim, beceri gelişimini sekteye uğrattığı gibi öğrencilerin kavramları gerçek yaşam deneyimleriyle ilişkilendirmelerini de engellemektedir (Carlsen, 1991; Frijters vd., 2008). Bu nedenle fen konu içeriğinin eleştirel düşünmeyi öğretmek için bir araç olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Eleştirel düşünebilmek için bir konu bağlamı olması gerekliliğinden (McPeck, 1981) hareketle fen olgularını ve kavramlarını konu bağlamı olarak seçerek tasarlanan fen öğretim ortamının eleştirel düşünmeyi teşvik eden etkinlikleri, problemleri ve görevleri içermesi hedeflenmektedir. Fen konu içeriği eleştirel düşünmeyi ne kadar teşvik ederse, öğrenciler de fen kavramlarını daha fazla analiz edebilir. Böylece, öğrencilerin akademik başarılarının artması ve kavramsal anlamalarının gelişmesi sağlanabilir (Swartz & Park, 1994).

Fen konu içeriğine eleştirel düşünmeyi entegre etmek ve uygun sınıflandırmayı bulmak amacıyla yapılan literatür incelemesinde eleştirel düşünme becerisi ve alt becerilerinin tanımlanmasına yönelik farklı sınıflandırmalara rastlanmaktadır (Ennis, 1985; Facione, 1990; McGregor, 2007; Paul vd., 1990; Swartz, Fisher, & Park, 2000). En kapsamlı ve detaylı sınıflandırmalardan birisi olan Paul vd. (1990) sınıflamasında, eleştirel düşünme stratejileri, duyuşsal ve bilişsel 35 stratejiden oluşmaktadır. Bu stratejilerin yer aldığı öğretim tasarımında stratejilerin konu içeriğiyle uygun sayıda bütünleştirilmesi önerilirken stratejiler yaşantıda karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılabilir niteliktedir (Paul vd., 1990). Stratejilerin kapsamlı olması, duyuşsal ve bilişsel olarak ayrı başlıklar altında ifade edilmesi ve stratejilere yönelik davranışların detaylandırılması, bu çalışmada Paul vd. (1990) eleştirel düşünme stratejileri çerçevesinin tercih edilme sebeplerindendir. Fen bilimleri dersinin öğretimine yönelik yürütülen çalışmalar incelendiğinde de bu stratejileri tercih eden araştırmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir (Akınoğlu, 2001; Alkaya, 2006; Ilkorucu, Tapan-Broutin, & Boyacı, 2022; Yıldırım & Şensoy, 2011). Bununla birlikte, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki kazanımların bu stratejilerle uyumlu olduğu ve kazanımların öğretim sürecine stratejilerin de dahil edilebileceği düşünülmüştür. Örneğin, fen bilimleri yedinci sınıf beşinci ünite (ışığın madde ile etkileşimi) aynalar konusunda yer alan ‘Düz,

çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır' kazanımının öğretiminde, 29 numaralı 'Önemli benzerliklere ve farklılıklara dikkat etme' stratejisini de kazandıracak etkinlikler öğrencilere sunulabilir. Belirtilen kazanım, 29 numaralı strateji ile doğrudan ilişkili iken 11 numaralı stratejiyle 'Öğrendiklerini transfer etme, benzer durumları karşılaştırma' dolaylı ilişki kurularak etkinliklere dahil edilebilir. Bu bağlamda, Paul vd. (1990) tarafından öne sürülen eleştirel düşünme stratejilerinin sınıftaki etkinlikler için uygun olduğuna inanılması sebebiyle bu araştırma Paul vd. (1990) eleştirel düşünme stratejileri bağlamında şekillendirilmiştir.

Öğrenciler ders içerikleri ile hem kavramsal olarak hem de eleştirel düşünür olarak gelişim gösterirken edindikleri bilgi ve becerileri farklı alanlara/durumlara transfer edebilmeleri düşünme süreçlerindeki gelişimin göstergesi olarak kabul edilebilir (Frijters vd., 2008; Tiruneh vd., 2018). Fen içerik bilgisine sahip, fen kavramlarını derinlemesine yapılandırabilen ve eleştirel düşünen öğrencilerin, günlük yaşantısında fene yönelik karşılaştıkları bir problemi analiz ederek çözebilmeleri onların bağımsız öğrenebildiklerinin ve sorgulayabildiklerinin göstergesidir (Vale, 2013). Öğrenciler problemin çözüm sürecinde çeşitli bilişsel süreçler yaşayarak istedik sonuçlar alabilmek için düşüncelerini yönlendirirler (Halpern, 2014). Bu sebeple, fen öğrenme ortamı, öğrenilen bilgi, beceri ve yaşantıların gerçek hayata taşınmasına olanak sağlayacak şekilde düzenlenmelidir (Kavanagh & Sneider, 2007). Ancak, öğrencilerin kazanımlarını görmek için onları okul dışında takip edebilmek mümkün değildir. Bu durumda, öğrencilerin becerilerinin okul ortamında da kullanmasını sağlayacak otantik problemlerin (Doğan-Dolapçioğlu, 2015) fen öğretim sürecine dahil edilmesinin, öğrencilerin transfer becerilerini değerlendirmek için etkili bir yol olduğu düşünülmektedir. Bu sayede, öğrenciler fen içerik bilgisini ve eleştirel düşünme becerisini transfer ederek sınıf-yaşam bağlantısını sağlamış ve farklı bağlamlarda bilginin ve becerinin kullanılmasına yönelik deneyim kazanmış olurlar (Dadlı, 2017). Ayrıca, bu durum öğrencileri ileriki yaşantılarında çoklu bağlamlar içindeki problemlerde eleştirel düşünmek için cesaretlendirir (Barak vd., 2007; Crews, Biswas, Golman & Bransford, 1996; Demirkan, 2006). Bununla beraber, öğrenciler otantik problemleri çözerken, problemin ilişkili olduğu konuya ait içerik bilgisini hatırlayarak bu bilginin nasıl kullanılması gerektiğini keşfeder (Shanta, 2019; Yunita, Suyidno, & Syahmani, 2021). Tasarlanan konu bağlamı otantik problemlerle öğrencilerin günlük yaşantılarından ilişki kurmaları sağlanabilirse, öğrenciler problemle duygusal ve içsel bağlılık geliştirerek problemi çözmeye yönelik güdülenirler (Renzulli, 1997; Yorulmaz, 2021). Böylece, problemi çözme sürecinde öğrencilerin bağımsız düşünceleri desteklenirken (Yunita vd., 2021), hem düşünme azimlerinin gelişeceği hem de düşünme becerilerine güvenlerinin artacağı söylenebilir. Bu noktada, araştırmada otantik problemlerin öğrencilerin öğrendiklerini transfer etme durumlarının izlenmesi amacıyla kullanılmasının yanında öğrencilerin çözüme ulaştırdıkları her problemin onları duyuşsal olarak da desteklemesi hedeflenmektedir.

Bu araştırmada kullanılan özellikle fen bilimleri dersi konu içeriğine uygun olarak entegre edilmiş eleştirel düşünme stratejilerinin yer aldığı öğretim tasarımının öğrencilerin hem kavramsal anlamalarına hem de eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlgili literatürde fen eğitime yönelik çalışmaların sınırlı olduğu, ulaşılan çalışmalarda da eleştirel düşünme becerisinin gelişiminin incelenmesinde, bir öğretim müdahalesi olsa bile standart testlerin (örneğin; California Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği, Cornell Eleştirel Düşünme Becerileri Ölçeği, Ennis-Weir Eleştirel Düşünme Yazılı Testi, Watson-Glaser Eleştirel Düşünme Becerileri Testi) kullanıldığı ve bu testlerin disiplin-bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, öğrencilerin değerlendirmesinin genellikle beceri temelli kalmasına, kavramsal gelişimlerinin ve konu öğrenimi sırasında eleştirel düşünmedeki ilerlemenin göz ardı edilmesine sebep olmaktadır. Eleştirel düşünmenin bir konu üzerine ilgili konunun kelimeleri/kavramları ile düşünme olması (Nosich, 2018), öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin de incelenmesi gereken bir etken olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte eleştirel düşünmenin değerlendirilmesinde önerilen yeni araçlardan birisi olan semantik ağlarla, öğrencilerin ilgili ünitenin kavramları arasında kurdukları ilişkiler de ortaya çıkarılacaktır (Nosich, 2018; Paul & Elder, 2016).

Eleştirel düşünmenin öğretilmesinde genellikle argümantasyon (örneğin, Büçkün, 2017; Demirel, 2017), probleme dayalı öğrenme (örneğin, Siew & Mapeala, 2016; Topsakal, 2018), bilimsel sorgulama (örneğin, Aktaş, 2022; Fuad, Mahanal, & Suarsini, 2017) gibi yöntemlerin tercih edildiği belirlenmiştir. Ancak bu yöntemlerde eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesi ana amaç değildir. Bu noktada, düşünme eğitiminin okul öncesinden itibaren konu içeriğiyle birlikte kazandırılması gerektiğini savunan Düşünmeye Dayalı Öğrenme (DDÖ) (Thinking-Based Learning) yaklaşımıyla, doğrudan hedefi düşünme becerisinin geliştirilmesi olan bir öğretimin uygulaması yürütülecektir. Böylece, bu yaklaşımın eleştirel düşünme becerisinin öğretimindeki etkililiğine ilişkin bir öğretim müdahalesi örneği literatüre kazandırılacaktır. Uzun dönemli tasarlanan eleştirel düşünme odaklı öğretim müdahaleleri, genellikle daha istenilen sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır (Adam & Manson, 2014; Siew & Mapeala, 2016). Bu sebeple, tek bir üniteye yönelik bir öğretim tasarımı yerine daha uzun süreli ve yoğun şekilde eleştirel düşünme odaklı etkinliklerin uygulanması, öğrencilerin daha fazla bilişsel süreç geçirmelerine ve eleştirel düşünmeye yönelik daha fazla yaşantı kazanmalarına olanak sağlayacaktır. Ayrıca, farklı konu ve kavramları içeren etkinlikler öğrencileri tek bir konu alanıyla sınırlamak yerine onların farklı konu bağlamlarında düşünme süreçlerine girmelerine fırsat verecektir. Bu sebeple, biyoloji, fizik ve kimya alanlarından seçilen birer ünite ile hem eleştirel düşünme stratejilerinin farklı konu alanlarına uygulanabilirliğine hem de öğretim tasarımının etkililiğine yönelik detaylı ve anlamlı sonuçların elde edileceğine inanılmaktadır. Bununla birlikte, fen bilimleri öğretim programı eleştirel düşünme öğretimini desteklese dahi, çalışmalar öğretmenlerin sınırlı deneyimleri ve yetersiz ilgisiyle bu becerinin nasıl kazandırılması gerektiğini tam bilmediğini göstermektedir (Arsal, 2017; Choy & Oo, 2012;

Kinoshita, 2022; Özsevgeç & Altun, 2015). Bu araştırma, öğrencilerin fen içerik bilgisiyle birlikte eleştirel düşünmeyi de öğrenmesine katkı sağlayacak ve öğretmenlerin sınıflarında kullanabilecekleri ders planları, öğretmen-öğrenci materyalleri ve etkinliklerinin geliştirilmesiyle ilgili alanda literatürdeki boşluğu doldurmaya katkı sunacaktır.

Fen bilimleri öğretim programı, konu-konu ve konu-yaşantı ilişkisine vurgu yapmasına rağmen öğrenciler konuları ayrı ayrı açıklayabilmekte ancak iki konu arasında ilişkiyi kurmakta güçlük çekmektedirler (Nosich, 2018; Paul & Elder, 2016). Örneğin; öğrenciler madde döngüleri ve sera etkisi konularını ayrı ayrı açıklayabilmekte ancak ikisi arasındaki ilişkiyi de kuramamaktadır (Nacaroglu, Bektaş, & Kızıkan, 2020). Öğrencilerin bir fen konusunda edindikleri ve konu içinde kalan içerik bilgisini farklı problem durumlarına aktarmaları oldukça zordur (Crews vd., 1996). Ancak, bunu başarabilen öğrenciler, eleştirel düşünür bireylerdir (Dadlı, 2017). Bu sebeple, öğrencilerin kavram bilgisini kullanarak otantik problemlere yönelik çözümlerini değerlendirmek amacıyla fen konuları farklı bağlamlarda öğrencilere sunulacak olup, öğrencilerin bilimsel süreçlerden geçerek ve probleme eleştirel bakış açısıyla yaklaşarak çözüm üretebileceklerine inanılmaktadır. Böylece, öğrencilerin farklı bağlamlar içinde örnekler görmeleri, kavram ve yaşantı arasında bağ kurmalarına olanak sağlayacaktır. Bununla birlikte, ülkemizde düşünme eğitimi desteklemeye yönelik ileri sürülen Düşünme Eğitimi seçmeli dersi öğretim programı 7. ve 8. sınıf düzeylerinde eleştirel, analitik ve yaratıcı düşünme gibi birçok düşünme becerisine yönelik kazanımlar içermektedir (MEB, 2016). Bu bağlamda, hem bilimsel süreçlere yönelik deneyimlerinin olması hem de ülkemizde düşünme eğitiminin yedinci sınıftan itibaren yapılmasının önerilmesi sebebiyle yedinci sınıf öğrencilerinin seçilmesinin, öğretim sürecinin hedefine ulaşmasına ve elde edilen sonuçların literatürdeki soruların cevaplanmasına yardımcı olacağına inanılmaktadır.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma, 2021-2022 eğitim öğretim yılı birinci ve ikinci dönemlerinde Trabzon ili Akçaabat ilçesindeki bir ortaokula devam etmekte olan 46 (23, deney grubu; 26, kontrol grubu) yedinci sınıf öğrencisi ve bir fen bilimleri öğretmeni ile yürütülmüştür. Eleştirel düşünme stratejileriyle zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin etkililiğini değerlendirmeyi amaçlayan çalışma, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan “Hücre ve Bölünmeler”, “Kuvvet ve Enerji” ve “Saf Madde ve Karışımlar” ünitelerinin kazanımları ve MEB’nin önerdiği ders saatleri ile sınırlıdır. Çalışma, Paul vd.’nin (1990) öne sürdüğü eleştirel düşünme stratejilerinden, belirtilen ünitelerin kazanımlarıyla uyumlu olan stratejileri kapsamaktadır. Öğretim tasarımı da uyumlu stratejiler bağlamında geliştirilmiş olup, bu stratejilerin öğrencilere kazandırılma durumu değerlendirilmiştir.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş yedinci sınıf fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelendiği bu çalışmada;

- Katılımcıların veri toplama araçlarını doğru ve samimi şekilde yanıtladıkları,
- Yedinci sınıf öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin diğer derslerden etkilenmediği varsayılmaktadır.

1. 5. Tanımlar

Beceri: “Kişinin yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği, maharet” olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2023).

Düşünme: “İçinde bulunulan durumu anlayabilmek amacıyla yapılan aktif, amaca yönelik organize zihinsel faaliyetler bütünüdür” (Cüceloğlu, 2001, s. 205)

Eleştirel düşünme: “Düşüncenin geliştirilme amacıyla sistematik değerlendirilmesidir” (Paul & Elder, 2016, s. 28).

Eleştirel düşünme stratejileri: “Sınıf etkinliklerinde bağımsız, tarafsız ve adil düşünür bireylerin açığa çıkması için küresel eleştirel düşünme kavramının ayrıldığı 35 boyut ya da öğretim stratejisidir” (Paul vd., 1990, s. 56).

Otantik problem: “Tek bir çözüm yolu olmayan gerçek dünya sorunlarını içeren ya da karmaşık yapıdaki problemlerdir” (Bektaş & Horzum, 2014).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, araştırma problemini oluşturan bileşenler araştırmanın kuramsal çerçevesi başlığı altında ele alınırken, bu bileşenlere yönelik ulaşılan çalışmalardan varılan çıkarımlar literatür taramasının sonucu başlığı altında sunulmuştur.

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Araştırmanın kuramsal çerçevesi altında eleştirel düşünme becerisi, eleştirel düşünmenin öğretilmesi ve değerlendirilmesi fen eğitiminde eleştirel düşünme, DDÖ yaklaşımı, otantik problemler ve semantik ağlar başlıkları ele alınmıştır.

2. 1. 1. Eleştirel Düşünme Becerisi

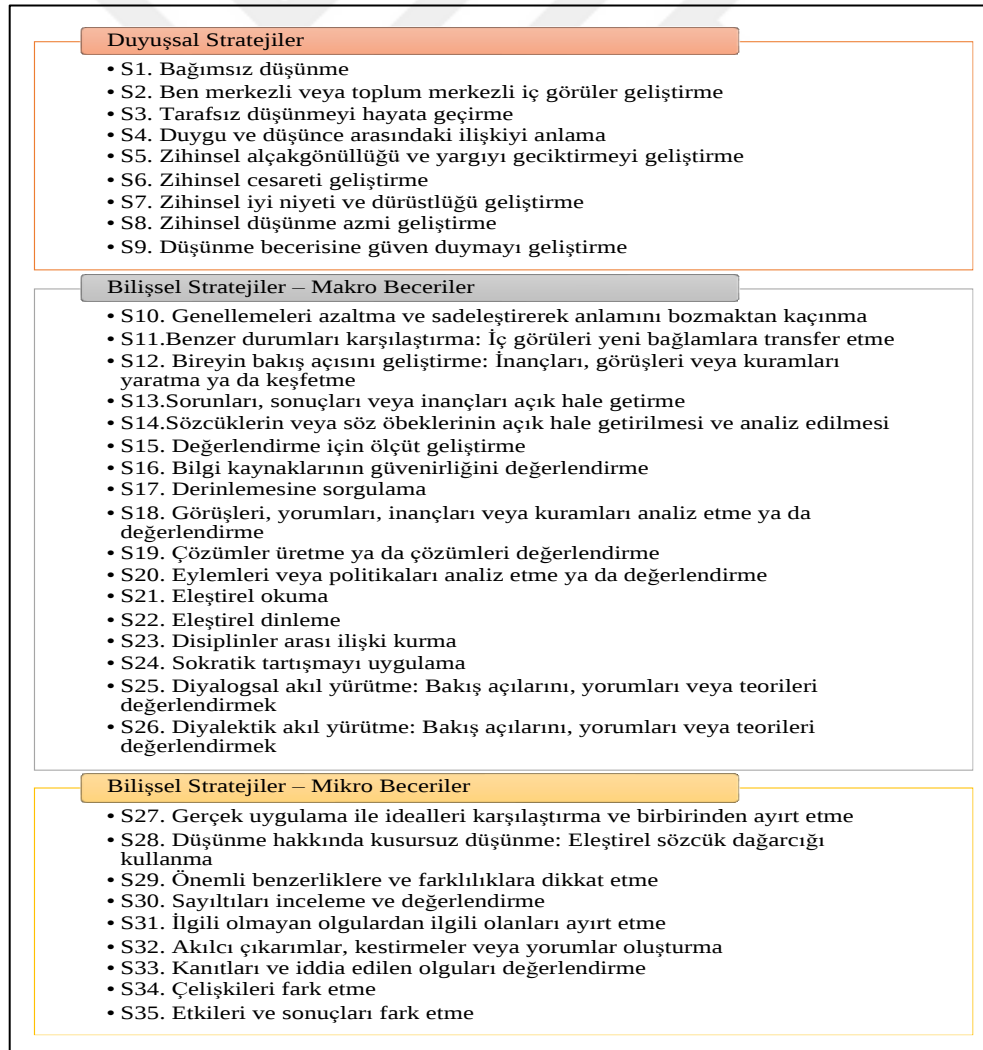
21. yüzyıl becerileri altında yer alan öğrenme ve yenilenme becerilerinden birisi olan eleştirel düşünme becerisinin tarihçesi, ismiyle anılan sorgulama modelini ortaya atan Sokrates'e kadar dayanmaktadır (Yıldırım, 2009). Ancak kökeni eski olmasına rağmen eleştirel düşünmenin tanımlanmasından doğan yorum farklılıklarına yönelik tartışmalar yakın zamana kadar devam etmiştir. Literatürdeki bu farklılıkları çözümlemek amacıyla, eleştirel düşünme üzerine çalışmış 46 araştırmacının katıldığı ve yaklaşık iki senelik çalışmanın ardından kabul gören bir tanım ortaya koyulmuştur. Bu ortak kabul doğrultusunda, eleştirel düşünme Delhi Raporu'nda;

Eleştirel düşünmeden, yorumlama, analiz, değerlendirme ve çıkarımla sonuçlanan amaçlı, öz düzenleyici kararlar ve kararların dayandığı kanıtsal, kavramsal, metodolojik, eleştirel veya bağlamsal düşüncelerin açıklamasını anlamalıyız. Eleştirel düşünme, bir sorgulama aracı olarak gereklidir. Bu nedenle, eleştirel düşünme eğitimde özgürleştirici bir güç ve bireyin özel ve sivil yaşamında güçlü bir kaynaktır. İyi düşünme ile eş anlamlı olmamakla birlikte, eleştirel düşünme yaygın ve kendini düzelter bir insan olgusudur. İdeal eleştirel düşünür ise, meraklı, bilgili, açık fikirli, esnek, değerlendirme yaparken adil, kişisel önyargıları ile yüzleşmede dürüst, karar vermede ihtiyatlı, yeniden gözden geçirmeye istekli, karmaşık durumları düzenleyebilen, ölçüt seçiminde makul, araştırmaya odaklı ve kesin sonuçlar elde etmede kararlı yapıdadır...

şeklinde tanımlanmıştır (Facione, 1990, s.2). Her ne kadar eleştirel düşünmenin ortak bir tanımı yapılmaya çalışılmış olsa da araştırmacılar eleştirel düşünmenin farklı boyutlarına odaklanmaktadır. Bazı araştırmacılar eleştirel düşünmenin beceri boyutuna vurgu yaparken (Chance, 1986; Ennis, 1985; Scriven & Paul, 1987; Yıldırım, 2009), bazıları eleştirel düşünme eğilimlerini ön plana çıkarmıştır (Cüceloğlu, 1993; Mckee, 1988; Özden, 2005; Paul, 1995). Ancak, Delhi Raporu'nda eleştirel düşünmenin bilişsel beceri ve duyuşsal eğilim boyutunu kapsadığı açık şekilde vurgulanmış olup, eleştirel düşünme becerilerinin yorumlama, analiz, değerlendirme, çıkarım yapma, açıklama ve öz düzenleme ve bunların alt becerilerini içerdiği belirtilirken; eleştirel düşünme

eğilimleri ise yaşam ve yaşantıya yönelik yaklaşımlar ile belirli durumlar, sorular ve problemlere yönelik yaklaşımlar olarak ifade edilmiştir (Facione, 1990). Eleştirel düşünme becerileri ve alt becerileri bir sorunu çözmeye yönelik yeni stratejiler geliştirmek için kullanılabileceği gibi bir ofisi yönetme gibi durumlara da uyarlanarak kullanılabilir. Duyuşsal eğilimler ise; kişilere, olaylara ya da koşullara alışılmış şekilde davranmak veya tepki vermek için tutarlı ancak imkân dahilinde şekillendirilebilir içsel motivasyonlardır (Lai, 2011). Eleştirel düşünebilmek için bireyin uygun eğilimlere sahip olması ön şarttır; dolayısıyla bireylerin eğilimleri ve becerileri birbirinden ayrılmaz parçalardır (Zoller vd., 2000).

Literatürde bilişsel becerileri ve duyuşsal eğilimleri sınıflandıran birçok araştırmacı (örneğin, Ennis, 1991; Facione, 1990) yer almaktadır. Literatürdeki en kapsamlı örneklerden biri olan Paul vd. (1990) eleştirel düşünme becerisini *bilişsel stratejiler-makro beceriler*, *bilişsel stratejiler-mikro beceriler* ve *duyuşsal stratejiler* olarak tasnif ederek tamamını *eleştirel düşünme stratejisi* olarak adlandırmışlardır. Eleştirel düşünme stratejileri Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Eleştirel düşünme stratejileri (Paul vd., 1990)

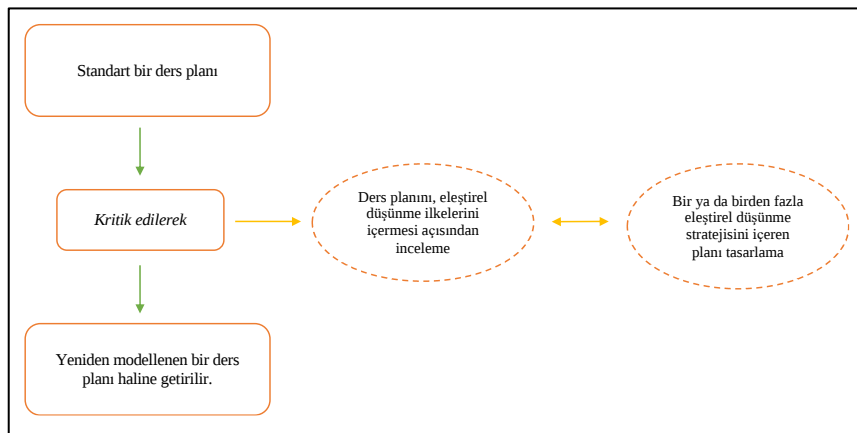
Eleştirel düşünme stratejileri içinde bilişsel stratejilerin iki farklı şekilde yer alması duyuşsal stratejilerden daha önemli olduklarını göstermez. Düşünmenin doğasında yer alan duyuşsal boyut en az bilişsel boyut kadar önemlidir; çünkü motive olmayan/edilmeyen birey eleştirel (bilişsel) düşünmeyi öğrenemez. Bu sebeple eleştirel düşünmeyi güçlü bir şekilde öğretmek için boyutların bütünleştirilmesi önemlidir (Paul vd., 1990). Mikro ve makro beceriler arasında net bir ayırım olmamakla birlikte öğretmenlere iki öğrenme seviyesi hakkında bir düşünme yolu sağlamak amaçlanmıştır (Ilkorucu vd., 2022).

Duyuşsal stratejiler; bireyin bağımsız düşünebilmesini örgütleyen birbiri içine geçmiş ve uyum içinde gelişen stratejilerdir.

Bilişsel stratejiler – mikro beceriler; etkin düşünme için gerekli temel becerileri düzenleyen stratejilerdir.

Bilişsel stratejiler – makro beceriler; bütünü oluşturan parçaları ve parçaları bütün içinde anlamlandırmaya yönelik stratejilerdir (Paul vd., 1989a, b; Paul vd., 1990).

Eleştirel düşünme stratejileri, konu alanlarında ve günlük düşünce eylemlerinde uygulanabilir niteliktedir. Bu doğrultuda, Paul vd. (1990) hem çeşitli disiplinlerde eleştirel düşünme stratejilerini içeren ders planları hazırlayarak stratejilerin kullanılabilirliğine yönelik örnekler sunmuşlar hem de eleştirel düşünmenin disipline özgü şekilde öğretilmesini vurgulamışlardır (Paul vd., 1989a; Paul vd., 1989b; Paul vd., 1990). Stratejileri içeren ders içeriklerinin hazırlanması sadece ilkökul ve ortaokul seviyelerinde değil (Paul vd., 1989b; Paul vd., 1990), ortaöğretim (Paul vd., 1989a) ya da yükseköğretim seviyelerinde de mümkündür. Stratejilerin konuya uygun olanları seçilerek ders planlarına entegre edilmelidir. Öğrencilere kazandırılacak strateji sayısı plan ve konu içeriğine bağlı olduğu kadar öğrencilerin gelişim düzeyi ile de ilişkili olup belirli bir sayının vurgulanması niteliğin gözden kaçmasına sebep olacaktır. Ders planlarını eleştirel düşünme stratejilerini içerek şekilde tasarlamak için Paul vd. (1990) *yeniden modelleme* sürecini önermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Yeniden modellenen ders planı süreci (Paul vd., 1990)

Standart bir yaklaşımla geliştirilen ders planı, eleştirel düşünme sürecinden geçirilerek içine uygun stratejiler yerleştirilerek yeniden modellenir. Burada öğretim için bir yaklaşım seçerken önemli olan öğrencilerin aktif öğrenmelerini sağlayacak, bilişsel süreçler kullanmalarına imkân verecek yaklaşımların tercih edilmesi ve öğretmenin bu duruma istekli olmasıdır. Çünkü geleneksel bir yaklaşımla yürütülen bir konuya entegre edilen stratejilerin, öğretim süreci öğrenci merkezli yürütülmediği sürece, istenilen amaca ulaşması zorlaşacaktır. Bu sebeple, eleştirel düşünmenin öğretimin yapıldığı sınıf ortamının öğretmen tarafından öğrenci merkezli tasarlanması ve demokratik bir havaya sahip olması önemlidir (Alkın, 2007; Kanık, 2010; Kurnaz, 2007).

Literatürde yer alan çalışmalardan yola çıkılarak eleştirel düşünmenin bir dizi alt beceri içerdiği belirlenmiştir. İfade edilen alt beceriler çeşitlilik gösterse de becerilerin duruma uygun ve doğru şekilde kullanılması öğrencinin eleştirel düşünebildiğine işaret etmektedir. Eleştirel düşünmenin öğretilen bir beceri (Gibson, 1995) olmasından hareketle öğrencilerin eleştirel düşünebilmeleri için bu alt becerilerin öğretilmesi gerekmektedir. Bu sebeple, bu araştırma eleştirel düşünmenin, öğrencilerin bir konuya yönelik amaçlı olarak alt becerileri kullanarak düşünceleri tanımlarına üzerine kurgulanmıştır.

2. 1. 2. Eleştirel Düşünmenin Öğretilmesi

Norris'e (1985) göre eleştirel düşünme, eğitimde ulaşılması gereken amaçlardan biri olup her öğrencinin öğrenmesi elzemdir. 21. yüzyıl bireyi olarak öğrencilerin toplumda yer alabilmeleri için eleştirel düşünme öğretim faaliyetlerine mutlaka katılmalı (Önal, 2020) ve ders içerikleri becerilerin gelişimini destekleyecek şekilde hazırlanmalıdır (Tüzün, 2016). Eleştirel düşünme öğretimi, öğrencilerin akranlarıyla ve öğretmeniyle etkileşime geçtiği, soru sormaya teşvik edildiği, farklı bakış açıları hakkında düşündüğü ve açık fikirli olduğu, öğrencilere düşünceleri için yeterli sürenin verildiği ve düşüncelerini ifade etmeleri için desteklendiği, öğretmenin de öğretim sürecinde seyirci olarak kalmadığı, kendi düşüncelerini açıkladığı ve öğrencileriyle birlikte öğrendiği öğretim ortamında yapılmalıdır (Ennis, 2013; Facione, 1990; Nicoll, 1996). Bu atmosferde yapılan öğretim, öğrencilerin eleştirel düşünme becerisini geliştirdiği kadar akademik başarılarına da olumlu etkiye bulunmaktadır (Koray, Köksal, Özdemir, & Presley, 2007; Swartz & Park, 1994).

Eleştirel düşünmenin öneminin çalışmalarda sıklıkla vurgulanmasıyla birlikte öğretimine yönelik farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın temel sebebi; eleştirel düşünmenin disiplinler arasında uygulanabilen bir dizi genel beceri mi yoksa büyük ölçüde belirli bir disipline özgü mü olduğudur (Davies, 2013; Tiruneh vd., 2017, 2018). Bu sorular iki temel yaklaşımın ortaya çıkmasına sebep olmuştur; *genelleyici görüş* (generalist) ve *alana özgü görüş* (specifist). *Genelleyici görüş*; eleştirel düşünmenin genel olduğunu ve belirli bir disiplinden bağımsız olarak öğretilmesi gerektiğini savunur. Eleştirel düşünme becerisinin genel bir beceri olduğunu, bu sebeple gereken her alanda uygulanabileceğini vurgular (Ennis, 1989; Halpern, 1998). *Alana özgü görüş* ise; her alan farklı olgu,

kavram ve ilke içerdği için alana özgü bilgiye ihtiyaç olduğunu ve eleştirel düşünmenin disipline bağlı olduğu fikrini desteklemektedir (Lai, 2011; Tiruneh vd., 2017). Düşünmenin bir konu bağlamı olmadan gerçekleşmeyeceğini, bu yüzden konuya yönelik bilginin gerekli olduğunu savunmaktadır (McPeck, 1981). Ancak, son yıllarda bu iki görüşün sentezlenmesi yönünde bir eğilim vardır (örneğin; Davies, 2013). Konu alanları ve içerikleri farklılaşsa dahi eleştirel düşünme becerisi çeşitli konulara ve alanlara aktarılabilir bir beceridir (Tiruneh vd., 2017). Bununla birlikte ister genelleyici ister alana özgü görüş olsun eleştirel düşünebilmek için bireyin üzerine düşüneceği bir konu gerekmektedir. Buradaki konu, dersteki bir konu olabileceği gibi akademik olmayan bir konu da olabilir (Ennis, 1989). Bu sebeple, her eleştirel düşünen bireyin konuya özgü içerik bilgisine ve anlayışına sahip olması gerekmektedir.

Okullarda eleştirel düşünme öğretiminin etkin şekilde yapılabilmesine yönelik araştırmacılar benimsedikleri yaklaşımlar (genelleyici görüş, alana özgü görüş) doğrultusunda farklı önerilerde bulunmuşlardır. Bu öneriler dört temel başlık altında ele alınmaktadır: genel yaklaşım, konu tabanlı yaklaşım, konuya bütünleşmiş yaklaşım ve karma yaklaşım (Tablo 1).

Genel yaklaşım (the general approach), üzerine düşünülen içeriğin akademik bir konu olması gerekmediğini ifade eder. Okul ya da ulusal sorunlar gibi içerikler sağlanarak matematik, fizik dersi gibi ayrı bir eleştirel düşünme dersi ile öğrencilerin eleştirel düşünmesinin geliştirilmesi önerilir. Bu yaklaşımda asıl önemli olan okul dışı bağlamlarda eleştirel düşünmeyi öğretmektir (Ennis, 1989; Kruse & Prensseisen, 1987). Ancak, genel yaklaşımda her zaman bir konu içeriğinin somut bir konu olması gerekmez; mantık önermeleri de kullanılabilir (Örneğin, bütün B'ler A'dır. X bir B'dir. O halde X bir A'dır) (Ennis, 1989).

Konu tabanlı yaklaşım (infusion), öğrencilerin eleştirel düşünme için teşvik edildikleri ve eleştirel düşünme genel prensiplerinin açıkça ortaya konulduğu konu öğretimini içermektedir. Öğretilmesi planlanan konu ve eleştirel düşünme standartları öğrenciye açık bir şekilde verilir (Glaser, 1984, 1985; Resnick, 1987; Swartz, 1984, 1987; Swartz & Reagon, 1998).

Konuya bütünleşmiş yaklaşımda (immersion), öğrenciler derinlemesine konuyla ilgilenirler ancak eleştirel düşünme prensipleri öğrencilere açık bir şekilde sunulmaz. Yani öğretilmek istenen konu ile prensipler bütünleştirilmiştir (McPeck, 1981).

Karma yaklaşım (the mixed approach) ise, genel yaklaşım ile konu tabanlı ya da konuya entegre yaklaşımın sentezlenmesinden oluşur (Ennis, 1985; Nickerson, 1988; Perkins & Solomon, 1989; Sterberg, 1987). Bu yaklaşımla eleştirel düşünmenin genel ilkeleri ayrı başlıklar altında verilirken alana özgü içerikler de öğrencilere sunulur (Ennis, 1989).

Tablo 1. Eleştirel Düşünmeyi Öğretme Yaklaşımları (Ennis, 1989, s. 5)

Özellikler	Yaklaşımlar		Karma yaklaşım	Konu tabanlı yaklaşım	Konuya bütünleşmiş yaklaşım
	Genel yaklaşım				
	Soyut	Somut			
Genel ilkelerin açıklığı	√	√	√	√	×
İçerik kullanımı	×	√	√	√	√
Standart konu içeriği	×	×	×	√	√
Standart konu ve diğer içerikleri kullanma	×	Belki ikisi de	√	×	×

(“√” işareti özelliği içerdiğini; “×” işareti özelliğin olmadığını temsil etmektedir.)

Özetle, uzmanların bir kısmı eleştirel düşünmenin konu bağlamı içinde, bir kısmı konuya bağlı kalmadan ayrı hazırlanmış dersler şeklinde, bir kısmı ise konu alanı ile konu bağlamının dışının ilişkilendirilmesi şeklinde öğretilmesi gerektiğini savunmaktadır. Ülkemizde eleştirel düşünme becerisinin kazandırılmasında hem konu alanı içinde hem de ayrı bir ders olarak öğretilmesine yönelik yollar sunulmuştur. 2018 yılında güncellenen öğretim programlarında (örneğin; fen bilimleri, matematik, sosyal bilgiler), bireylerin eleştirel düşünür olarak yetiştirilmesi genel hedefler arasında belirtilmiştir. Bu programların içeriğinde eleştirel düşünme becerisinin doğrudan öğretilmesine ilişkin bilgiler yer almamaktadır. Bu doğrultuda, güncellenen programların eleştirel düşünmenin konuya bütünleşmiş olarak öğretilmesini önerdiği yorumuna ulaşılabilir. Ayrıca, Düşünme Eğitimi seçmeli dersi ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinde sunulacak çeşitli düşünme becerilerinin (eleştirel, yaratıcı, analitik düşünme) ayrı bir ders olarak öğretilmesinin yolu açılmıştır. Öğretim programı incelendiğinde kazanımların konu-bağımsız ve genel yaklaşımla öğretilmeye uygun olduğu görülmüştür (MEB, 2016). Bu bağlamda ülkemizde eleştirel düşünme öğretiminin ister ayrı bir ders şeklinde isterse ders içinde örtük olarak yapılmasının teşvik edildiği sonucuna ulaşılabilir.

2. 1. 3. Eleştirel Düşünmenin Değerlendirilmesi

Eleştirel düşünme öğrenilmesi ve öğretilmesi bir çaba gerektirdiği gibi değerlendirmesi de zor olan bir beceridir (Peach, Mukherjee & Hornyak, 2007). Eleştirel düşünmenin kendi içinde duyuşsal ve bilişsel beceriler içermesi ölçülmek istenen farklı amaçlar ortaya çıkarmaktadır. Farklı amaçları bir arada ölçen tek bir araç mümkün değildir (Ennis, 1993). Bununla beraber sıklıkla kullanılan ölçme araçlarının da zayıf yanları araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Timuçin, 2019). Örneğin, “California Eleştirel Düşünme Yetenekleri Testi” güvenilirlik sorunları ve kültürel önyargılar içermesi sebebiyle eleştirilirken “Cornell Eleştirel Düşünme Testi” ile “Watson-Glaser Eleştirel Düşünme Ölçeği” güvenilirlik sorunlarının yanı sıra geçerlikle ilgili de kritik edilmektedir. Bu sebeple, çoktan seçmeli testlerin eleştirel düşünmenin ölçülmesinde yetersiz kaldığı ve bu testlerin geliştirilmesinde önemli zaman ve iş gücüne ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Ennis, 1993).

Eleştirel düşünmenin ölçülmesinde standart testleri kullanmak istemeyen araştırmacılara ve öğretmenlere açık uçlu soruları kullanmaları önerilmektedir (Sarwanto, Fajari, & Chumdari, 2021). Bu tür soruların cevaplanması karmaşık düşünmeyi gerektirdiği için öğrencilerin anlayışlarını değerlendirmede de etkilidir (Sumarni, Supardi, & Widiarti, 2018). Açık uçlu soruların değerlendirilmesinde derse, konuya ya da öğrenciye özgü rubriklerin işe koşulması önerilmektedir (Ennis, 1993). Öğretmen, rubrikler sayesinde öğrencinin davranışlarını detaylı olarak değerlendirebilir. Bu tür değerlendirmelerin öğrencilerin düşünme alışkanlıklarını değiştirmede etkin bir rolü olduğu vurgulanmaktadır (Timuçin, 2019).

2. 1. 4. Fen Eğitiminde Eleştirel Düşünme

Fen eğitimi, bireyin sadece kendi iyiliği için değil toplumun ve çevrenin de refahını düşünerek bilinçli şekilde karar almasını ve eylemde bulunmasını desteklemelidir (Harlen, 2010). Bu sebeple son yıllarda fen eğitiminde yapılan reformlar eleştirel düşünen, sosyo-bilimsel konulara duyarlı ve fen okuryazarı olan öğrencilerin yetiştirilmesine işaret etmektedir (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016). Ülkemizde de fen bilimleri öğretim programının temel vizyonu fen okuryazarı bireyler yetiştirmek olup kazandırılmak istenen ana amaçlardan birisi de öğrencilerin eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesidir (MEB, 2018). Fen okuryazarlığı ile eleştirel düşünme arasındaki ilişki açıktır. Fen okuryazarı bireyler hem kendilerine hem topluma hem de çevrelerine faydalı olabilmeleri ve etkin kararlar alabilmeleri için yüksek eleştirel düşünme yeterliğine sahip olmalıdırlar. Çünkü, “her birey için fen okuryazarlığı” hedefine ulaşabilme sürecinde ihtiyaç duyulan yeterliklerin geliştirilmesinde eleştirel düşünme önemli bir beceridir (Vieira, Tenreiro-Vieira, & Martins, 2011). Fen eğitiminde eleştirel düşünmeye yer verilmesiyle üst düzey bilişsel görevlere vurgu, daha etkili bir öğrenme süreci, fenin doğasını anlayabilme ve aktarabilme, öğrencilerin ilgisinin artması ve öğrencilerde ihtiyaç duyulan kritik becerilerin geliştirilmesi sağlanır (Osborne, 2014).

Fen eğitiminde eleştirel düşünmenin geliştirilmesinde öğrenme ortamı gibi, öğretmenin öğrencilerin düşünme becerilerini ve tutumlarını işe koşması da önemlidir. Öğrenme ortamının öğrencilerin çekinmeden soru sormalarını ve özgür hissetmelerini sağlaması kadar fen bilimleri öğretmenin de bu ortamı uygun şekilde yönlendirerek onların eleştirel sorular sorabilmesinde model olması gereklidir (Santos, 2017). Fen bilimleri öğretmeni demokratik bir öğrenme ortamı tasarlayarak öğrencilerin bilişsel olarak aktif oldukları etkinliklerle konu içeriğini zenginleştirmelidir. Eleştirel düşünmeyi destekleyen öğretmen davranışları arasında öğrencilerin fikirlerini ifade etmelerine izin verme ve diğer fikirleri dinlemeye teşvik etme, fikirlerin sorgulanabileceği düşüncesini benimsetme, düşünme için yeterli süreyi verme ve başarının olduğu kadar başarısızlığın da sorumluluğunu kabul etme yer almaktadır (Vieira vd., 2011). Bu bağlamda eleştirel düşünmenin geliştirilmesinde etkinliklerin düzenli şekilde uygulanarak öğrencilerde

düşünme rutinlerinin oluşturulması önemlidir. Bu süreçte de öğretmenin rehberliği ile öğrenciyi teşvik etmesi ve güdülemesi gereklidir.

Eleştirel düşünmenin bir konuya / içeriğe yönelik olması sebebiyle fen eğitiminde bu beceriye yer vermek için fen öğretim programındaki kazanımlar, problemler ve konular eleştirel düşünmeyi teşvik edecek şekilde olmalıdır (Bailin, 2002). Ancak, eleştirel düşünmenin uygulanmasında sıklıkla sorunlar yaşanmaktadır. Bilimsel bilgi miktarındaki artış öğrencilere daha fazla bilginin öğrenilmesi zorunluluğu olarak geri dönmektedir. Bu durum, fen sınıflarında içeriğin öğretilmesine odaklanılarak beceri kısmının göz ardı edilmesi sonucunu doğurmaktadır (Abualrob, 2019; Alkın, 2012) ve öğrenme-öğretmeye ayrılan zamanın artması eleştirel düşünmeye daha az sürenin kalmasına sebep olmaktadır (Brown, 2009). Diğer bir problem ise, öğrencilerin fen bilmek için deneysel süreçlerin gerektiği yanılgısına sahip olmaları ve fenin doğasına hâkim olmamalarıdır. Fen eğitiminin amacı öğrencilere bilim insanı olmayı öğretmek değil bilim insanlarının sahip olduğu becerileri kazandırmak ve bu becerilerin sadece bilim insanlarına özgü olmadığını kavratmaktır (Hall, 2016). Bilim insanlarının sorularının cevaplarına, gözlemlerini açıklamak için oluşturdukları fikirlerle / yorumlarla ulaştıkları düşüncesi öğrencilere benimsetilmeli yani bir düşünme sürecinden geçildiği fikri kazandırılmalı ve onların da gözlemlerini yorumlamalarına fırsat verilmelidir (Osborne, 2014). Aslında fen ders kitapları öğrencilerin eleştirel düşünebilecekleri örnekler içermektedir. Örneğin; atom modellerini öğretmek için eğitsel değeri olan resimler kullanılmaktadır. Öğrenciler bu resimleri taneciklerin boyutu (elektronların çok daha küçük olması), rengi (tanecikler renksizdir), elektronların konumu (doğru şekilde belirlenemez) ve elektron-çekirdek arasındaki uzaklık (ölçekli değildir) açısından kavramsal bilgilerini kullanarak eleştirebilmelidir. Sunulan bir resmi eleştirebilen öğrenci hem atomun daha uygun bir modeline yönelik daha derin ve doğru anlayış geliştirir (Osborne, 2014) hem de bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulamaya başlar.

Fen eğitiminde eleştirel düşünmeyi geliştirmek için genel olarak, fen kavramlarını netleştiren eleştirel düşünme etkinliklerinin sınıf içerisinde uygulaması, fen konusu ile gerçek yaşam arasında ilişki kurulması ve eleştirel düşünme dersi ya da programının işe koşulması önerilmektedir (Santos, 2017). Sınıf içi eleştirel düşünme uygulamaları, iletişimin yoğun olduğu, bilginin ezber yerine zihinsel süreçler sonunda edinildiği ve aktif okuma ve dinlemeleri içeren bir yapıda tasarlanmalıdır (Forawi, 2016; Santos, 2017). Öğrencilere bilgi sunulabilir ancak eleştirel düşünme anlayışlarının geliştirilmesi sunulan bilginin nasıl geliştirileceği ve düşüncenin dayanağı sorularak sağlanabilir (Osborne, 2014). Eleştirel düşünmeyi fen sınıflarında sıklıkla kullanılan sorgulama, deney yapma, grup çalışması, değişkenleri test etme gibi becerilerle bütünleştirmek hem fen öğretiminin kalitesinin hem de eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesine yardımcı olur (Barak vd., 2007; Forawi, 2016).

Literatürde ortaokul düzeyi fen derslerinde ya da fen konularında eleştirel düşünme becerisinin etkilerinin incelendiği çalışmalar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Fen Eğitiminde Eleştirel Düşünmeye Yönelik Çalışmalar

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Özbilen (2023)	7.sınıf öğrencilerinin öğretim etkinlikleri yoluyla küresel çevre sorunları farkındalıklarını, eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme, karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların çözümünün araştırılması	Eylem araştırması	Eleştirel düşünme becerisi testi, bilimsel süreç becerileri testi, görüşme formu	10, 7. sınıf öğrencisi	Öğrencilerin tamamının eleştirel düşünme becerilerinden tanımlama ve açıklama becerisini tam olarak doğru kullanabildikleri, diğer alt becerilerinde ise gelişme olduğu tespit edilmiştir.	Çalışma çevre konularında yürütülmüştür, bu kapsamda farklı konularda da eleştirel düşünmeyi teşvik edici uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir.
Aktaş (2022)	BİLSEM öğrencilerinin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine Sokratik sorgulama temelli etkinliklerin etkisinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	TCT eleştirel düşünme testi, problem çözme becerileri ölçeği, yansıtıcı günlük, görüşme formu	20, 5. sınıf öğrencisi	Sokratik sorgulama temelli etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini genel boyutta ve konu, bakış açısı ve çıkarım alt boyutlarında geliştirdiği tespit edilmiştir.	Özel yetenekli öğrencilerle ve farklı düşünme becerilerine yönelik daha fazla çalışma yürütülmesi önerilmektedir.
Ekemen (2022)	Öğrencilerin sosyal medyayı kullanma durumlarına, dijital okuryazarlık ve eleştirel düşünme becerilerine Web 2.0 araçları ile zenginleştirilmiş sosyal medya destekli içerik ile planlanan fen bilimleri dersinin etkisinin araştırılması	Karma yöntem	Sosyal ağların kullanım amaçları ölçeği, dijital okuryazarlık ölçeği, eleştirel düşünme ölçekleri, sosyal medya araçları kullanım durumları anketi, görüşme formu	18, 6. sınıf öğrencisi	Sosyal medya destekli fen eğitimi öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde anlamlı bir farklılığa sebep olmadığı tespit edilmiştir.	Düşük eleştirel düşünme beceri düzeyine sahip öğrencilerle sosyal medya destekli öğretimin yürütülmesi önerilmektedir.
Ilkocucu vd. (2022)	Yedinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerine 4MAT öğretiminin etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Eleştirel düşünme eğilimi envanteri, biyoçeşitlilik kaybına ilişkin tutum ve görüşler ölçeği	60, 7. sınıf öğrencisi	4MAT öğretimi biyoçeşitlilik konusunda öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinin geliştirilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir.	4MAT öğretiminin farklı konulara ve farklı sınıf düzeylerine uygulanması önerilmektedir.
Hacıoğlu ve Gulhan (2021)	Mühendislik tasarımı temelli STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri ve STEM algıları üzerindeki etkilerinin araştırılması	Karma yöntem	California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri, STEM algı ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme	30, 7. sınıf öğrencisi	Mühendislik tasarımı temelli STEM eğitimi, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini ve STEM algılarını olumlu yönde geliştirirken, kariyer farkındalıkları üzerinde de dolaylı etkileri olduğu belirlenmiştir.	Eleştirel düşünmenin gelişmesi için öğrencilerin STEM etkinlikleri sırasında ilgili konu alanını, yaptıkları tasarımları, sürecin her aşamasında hem kendi hem de grup üyelerinin görüşlerini sorgulayıcı bir bakış açısıyla değerlendirmelerine olanak sağlanması önerilmektedir.
Sidiq, Ishartono, Dessiya, Prayitno, Anif ve Hidayat (2021)	İlköğretim öğrencilerinin fen eğitiminde eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede üst düzey düşünme tabanlı fen soruları ile öğrenci alışkanlığının etkinliğinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	Üst düzey düşünmeye dayalı fen soruları	60 öğrenci	Geliştirilen etkinliğin fen bilimler eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine olumlu katkı yaptığı tespit edilmiştir.	Üst düzey düşünmeye dayalı fen sorularını kullanarak fen eğitiminde eleştirel düşünme becerilerini geliştirme amacıyla ilkökul düzeyinde çalışmalar yürütülebilir.

Tablo 2'nin devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Randan, Jufri, Gunawan, Fahrurrozi ve Yustiqvar (2021)	Yerel bilgelik ile bütünleştirilmiş 5E öğrenme döngüsüne dayalı fen öğretimi materyallerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisinin cinsiyet açısından incelenmesi	Deneyisel yöntem	Eleştirel düşünme testi	80 öğrenci	Yerel bilgelikle bütünleştirilmiş 5E öğrenme döngüsüne dayalı fen öğretimi materyallerini kullanmak, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini olumlu yönde etkilerken cinsiyet açısından eleştirel düşünme becerilerinde farklılık olmadığı tespit edilmiştir.	Öneri sunulmamıştır.
Asal (2020)	4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme eğilimine mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen öğretiminin etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri, bilimsel yaratıcılık ölçeği	53, 4. sınıf öğrencisi	5E yöntemi içine gömülü mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.	Etkinliklerde yer alan günlük yaşam problemleri araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Bu tür problemlerin belirlenmesinde öğrencilerin görüşüne başvurulması önerilmektedir.
Atasoy (2020)	Bilim-sözde bilim ayrımına yönelik tasarlanan öğretim etkinliklerinin, 7. sınıf öğrencilerinin sözde bilimsel inançlarına ve eleştirel düşünme becerilerine etkisini araştırılması	Karma yöntem	Sözde bilim inanç ölçeği, eleştirel düşünme ölçekleri takımı, görüşme formları	59, 7. sınıf öğrencisi	Bilim-sözde bilim ayrımına yönelik tasarlanan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini arttırmış, sözde bilimsel inançlarını azalttığı tespit edilmiştir.	Öğrencilerin sözde bilim konularını ayırt edebilmeleri için ders etkinliklerinin, sorgulamaya dayalı ve eleştirel düşünme becerilerini destekleyen metotlar üzerine şekillendirilmesi önerilmektedir.
Kabataş-Memiş ve Çakan-Aktaş (2020)	Argümantasyona dayalı sorgulama yaklaşımının bir ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisini hibrit bir yöntemle incelenmesi	Deneyisel yöntem	Cornell eleştirel düşünme testi, yarı yapılandırılmış görüşme	80, 5. sınıf öğrencisi	Argümantasyona dayalı sorgulama yaklaşımının kullanıldığı fen dersi öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirdiği tespit edilmiştir.	Eleştirel düşünme becerilerinin yanı sıra eleştirel düşünme eğilimlerinin değerlendirildiği çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Öz (2020)	6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve eleştirel düşünme becerilerine argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı ve çoklu modsal betimleme kullanımının etkisinin belirlenmesi	Deneyisel yöntem	Ünite tabanlı akademik başarı testi, eleştirel düşünme beceri testi, deney raporları, poster ödevleri	119, 6. sınıf öğrencisi	Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı ve eleştirel düşünmelerine olumlu etkisi olduğu belirlenirken, çoklu modsal betimleme kullanımının anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.	Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının yönelik farklı sınıf düzeylerinde araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Puritasari, Suhardi, Putra ve Rachman (2020)	Fen eğitiminde bağlam temelli öğrenme yoluyla eleştirel düşünmenin gelişiminin incelenmesi	Deneyisel yöntem	Ennis eleştirel düşünme testi, gözlem, öğrenci etkinlikleri	56, 7. sınıf öğrencisi	Geliştirilen fen eğitiminde bağlam temelli öğrenme modelinin öğrencilerin eleştirel düşüncelerini gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir.	Bilgi edinme ve eleştirel düşünme alışkanlığı eğitimi için öğrencilerin çeşitli kademelerde sürekli olarak maruz bırakılması önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Alp (2019)	5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerine ve eleştirel düşünme becerilerine Scratch programı ile web destekli işbirlikli öğrenme yönteminin etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Eleştirel düşünme anketi, iki aşamalı sorular	96, 5. sınıf öğrencisi	Scratch programı ile web destekli işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin eleştirel düşünme ve kavramsal anlamalarına olumlu katkı yaptığı tespit edilmiştir.	Eleştirel düşünme ve işbirlikli yönetime dayalı etkinliklerin yürütülmesi sırasında sınıfta demokratik ortam oluşturulması önerilmektedir.
Gülü (2019)	Altı şapka düşünme tekniğiyle öğretilen sosyobilimsel konuların, öğrencilerin akademik başarılarına, eleştirel düşünme ve karar verme durumlarına etkisinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	Akademik başarı testi, karar verme ölçeği, eleştirel düşünme eğilimleri ölçeği, gözlem formu	121, 7. sınıf öğrencisi	Altı şapka düşünme tekniğiyle öğretilen sosyobilimsel konuların, öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkiye bulunurken eleştirel düşünme ve karar verme durumlarında anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.	Altı şapka düşünme tekniğinin farklı yöntemlerle entegre edilerek öğretim faaliyetlerinin yürütülmesi ve bu uygulamaların eleştirel düşünme becerisine etkisinin araştırılması önerilmektedir.
Hidayati ve Sinaga (2019)	Ortaokul öğrencilerinin fen öğreniminde eleştirel düşünme becerilerinin belirlenmesi	Betimsel araştırma	Eleştirel düşünme deneme soruları	30, 8. sınıf öğrencisi	Öğrencilerin eleştirel düşünme beceri düzeyleri her göstergede farklı sonuçlar vermesine rağmen hepsinde de alt kategoride yer aldığı tespit edilmiştir.	Her alt gösterge için eleştirel düşünmenin geliştirilmesi yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.
Öztürk (2019)	Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine, sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına, derse yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına disiplinlerarası yaklaşım temelli geliştirilen öğretim programı tasarımının etkisinin araştırılması	Karma yöntem	Eleştirel düşünme ölçekleri, sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ölçeği, fen bilimleri tutum ölçeği, ses başarı testi, gözlem, görüşme, günlük	80, 6. sınıf öğrencisi	Disiplinlerarası yaklaşım temelli öğretim programı öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Analiz, çıkarım yapma, yorumlama, açıklama ve öz düzenleme alt becerilerinde anlamlı değişiklik tespit edilirken değerlendirme alt boyutunda değişiklik olmadığı belirlenmiştir.	Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine yönelik yürütülecek çalışmalarda sosyobilimsel konuların tercih edilmesi önerilmektedir.
Çavumirza (2018)	Model temelli yöntemle yürütülen fen bilimleri dersinin 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, eleştirel düşünme eğilimlerine, fen dersi tutumuna ve kavramsal öğrenmelerine etkisinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	Başarı testi, fen tutum ölçeği, kavramsal öğrenme testi, Cornell eleştirel düşünme eğilim testi	104, 8. sınıf öğrencisi	Model temelli yürütülen fen dersinin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerini, fen tutumlarını ve kavramsal anlamalarını olumlu yönde geliştirdiği belirlenmiştir.	Farklı konularda ve farklı sınıf seviyelerinde benzer çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Topsakal (2018)	Probleme dayalı STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin öğrenme iklimlerine, problem çözme becerilerine yönelik algılarına ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Öğrenme iklimi ölçeği, problem çözme becerisine ilişkin algı ölçeği, görüşme formu, yaşantı günlüğü, California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri	81, 7. sınıf öğrencisi	Probleme dayalı STEM etkinlikleri öğrencilerin problem çözme becerileri algılarına ve eleştirel düşünme eğilimlerine olumlu yönde katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.	Probleme dayalı STEM etkinliklerinin farklı sınıf düzeylerinde ve konularda uygulanması önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Babacan (2017)	7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine fen bilimleri programında yer alan bazı sosyobilimsel konulardaki etkinliklerin etkisinin araştırılması	Durum çalışması	Sosyobilimsel konularla ilgili etkinlikler, eleştirel düşünmeye yönelik anket soruları	20, 7. sınıf öğrencisi	Sosyobilimsel konularda yapılan etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme niteliklerinde gelişim sağladığı, etkinlik sonrası örüntülerinde belirgin bir değişim olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.	Farklı sınıf düzeyindeki sosyobilimsel konulara yönelik öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirme araştırmalarının yürütülmesi önerilmektedir.
Büçkün (2017)	Farklı seviyelerdeki eleştirel düşünme beceri ve eğilimlerinin sosyobilimsel bir konu hakkında geliştirdikleri argümanlara nasıl yansdığına belirlenmesi	Çoklu durum çalışması	Cornell eleştirel düşünme testi, California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri, görüşme	19, 7. sınıf öğrencisi	Düşük ve yüksek düzeyde öğrencilerin yer aldığı grupların benzer argüman oluşturma süreçleri geçirdikleri belirlenmiştir.	Eleştirel düşünme becerilerinin ve eğilimlerinin argüman geliştirme süreçlerine yansımaları keşfetmek için daha büyük örneklem grubuyla çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.
Demirel (2017)	Fen ve teknoloji dersinde öğrencilerin akademik başarıları, eleştirel düşünme becerileri, fen ve teknoloji dersine yönelik güdülenmeleri ve argümantasyon becerilerine argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkisinin incelenmesi	Karma yöntem	Başarı testi, güdülenme ve öğrenme stratejileri ölçeği, Cornell eleştirel düşünme testi, gözlem, görüşme, doküman incelemesi, yansıtıcı değerlendirme formları, araştırmacı günlüğü	70, 7. sınıf öğrencisi	Uygulamanın ortasına kadar eleştirel düşünme becerilerinin gelişim göstermesine rağmen, uygulamanın ortasından sonra becerilerin kullanılma sıklıkları değişim göstermektedir. Argümantasyon yönteminin kullanıldığı etkinliklerde eleştirel düşünme becerileri kullanımının yoğun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.	Arttırılmış gerçeklik teknolojisinin tek başına kullanıldığı uygulamaların gerçekleştirildiği ve eleştirel düşünmedeki değişimin incelendiği çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Dökmecioglu (2017)	7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki yapılandırmacı öğrenme ortamı algıları ve üstbilişsel öz düzenleme stratejilerinin, eleştirel düşünme eğilimlerini yordama düzeyinin belirlenmesi	İlişkisel tarama modeli	Demografik bilgi anketi, yapılandırmacı öğrenme ortamı ölçeği, üstbilişsel öğrenme stratejileri ölçeği, eleştirel düşünme eğilimi ölçeği	678, 7. sınıf öğrencisi	Öğrencilerin yapılandırmacı fen bilimleri dersi öğrenme ortamı algıları ve üstbilişsel öz düzenleme strateji kullanımları, eleştirel düşünme eğilimini istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde yordadığı tespit edilmiştir.	Bu çalışmanın bir şehir ile sınırlı olması sebebiyle ülke genelinden seçilecek illerde yürütülecek bir araştırma ile ülke profilinin çıkarılması önerilmektedir.
Fuad vd., (2017)	Üç farklı öğrenme modelinin (Zihin haritasıyla birleştirilmiş bilimsel sorgulama modeli, farklılaştırılmış bilimsel sorgulama modeli ve geleneksel model) öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi	DeneySEL yöntem	Illinois eleştirel düşünme kompozisyon testi	96, 7. sınıf öğrencisi	Fen öğreniminde zihin haritasıyla birleştirilmiş bilimsel sorgulama modelinin, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede en yüksek katkıyı sağladığı tespit edilmiştir.	Farklı konularda ve farklı öğretim seviyelerinde zihin haritasıyla birleştirilmiş bilimsel sorgulama modelinin kullanılması önerilmektedir.
Schreglmann (2016)	Konu temelli eleştirel düşünme öğretimi özelliğine sahip eğitsel arayüz ile desteklenmiş eğitim yazılımı ile öğretilen 6. sınıf "Işık ve Ses" ünitesinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi	DeneySEL yöntem	Kişisel bilgi formu, eleştirel düşünme değerlendirme rubriği, akademik başarı testi, görüşme	50, 6. sınıf öğrencisi	Konu temelli eleştirel düşünme öğretimi özelliğine sahip eğitsel arayüz ile desteklenmiş eğitim yazılımı öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde daha etkili olup akademik başarılarında eleştirel düşünme özelliği olmayan arayüzle benzer sonuçlar elde edilmiştir.	Farklı sınıf düzeylerinde ve konularda bu tarz yazılımların tasarlanıp uygulanması önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Siew ve Mapeala (2016)	Düşünme haritaları ile probleme dayalı öğrenme yönteminin beşinci sınıf öğrencilerinin fene yönelik eleştirel düşünceleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi	Deneyisel yöntem	Fene yönelik eleştirel düşünme testi	270, 5. sınıf öğrencisi	Probleme dayalı öğrenme-düşünme haritalarının bütünleştirilmesi yöntemiyle yapılan uygulamalara katılan öğrencilerin sadece probleme dayalı öğretimle yapılan uygulamalara katılan öğrencilerden anlamlı derecede daha yüksek eleştirel düşünme performansı gösterdiği tespit edilmiştir.	Mevcut araştırmaya kıyasla daha büyük bir örneklem büyüklüğü ve daha uzun süre ekstra öğrenme etkinlikleri ile karma yöntem yaklaşımının kullanılması önerilmektedir.
Şahin (2016)	Üstün yetenekli öğrencilerin akademik başarılarına, üstbiliş ve eleştirel düşünme becerilerine argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının, etkisinin incelenmesi	Karma yöntem	Fen başarı testi, Cornell eleştirel düşünme becerisi testi, biliş üstü yeti anketi, yarı yapılandırılmış görüşme	44 üstün yetenekli öğrenci	Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının üstün yetenekli öğrencilerin fen başarılarını ve eleştirel düşünme becerilerini artırdığı ancak üst bilişlerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.	Beceri gelişiminde daha uzun süreli öğretim uygulamalarının yürütülmesi önerilmektedir.
Vieira ve Tenreiro-Vieira (2016)	Fen okuryazarlığı hedefine yönelik eleştirel düşünmeye odaklanan fen öğrenme ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi	Karma yöntem	Cornell eleştirel düşünme becerisi testi, fen okuryazarlığı testi, gözlem	22, 6. sınıf öğrencisi	Eleştirel düşünme ve fen okuryazarlığı çerçevesi doğrultusunda tasarlanan öğrenme ortamı öğrencilerin eleştirel düşünme ve fen okuryazarlığına olumlu etkisi tespit edilmiştir.	Geliştirilen eleştirel düşünme ve fen okuryazarlığı çerçevesi, diğer öğretmenlerin fen öğretimi uygulamalarını belirlemelerinde ve ardından verimli ve etkili bir şekilde değiştirmelerinde kullanılması önerilmektedir.
Kılıç (2015)	Üstün yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerine fen ve matematik entegrasyonu ile hazırlanan etkinliklerin etkisinin araştırılması	Karma yöntem	Cornell eleştirel düşünme becerisi testi, bilimsel süreç becerileri testi, görüşme formu, yansıtıcı günlük, araştırmacı günlüğü, bilgi formu	6 üstün yetenekli 6. sınıf öğrencisi	Fen ve matematik entegrasyonu ile hazırlanan etkinliklerin üstün yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme ve bilimsel becerilerini olumlu şekilde etkilediği tespit edilmiştir.	Bu tarz uygulamaların yapıldığı öğrenme ortamlarının öğrencilerin fikirlerini özgür şekilde ifade edebileceği, sorgulamaya, eleştirel düşünmeye teşvik edecek şekilde tasarlanması önerilmektedir.
Mapeala ve Siew (2015)	Eleştirel düşünme becerisi yapılarını (kıyaslama ve karşılaştırma, sıralama, sebep-sonucu belirleme) ölçmek için Fen Eleştirel Düşünme Testinin geliştirilmesi ve geçerlik güvenirliğinin test edilmesi	Ölçme aracı geliştirme	Aday ölçme aracı	30, 5. sınıf öğrencisi	30 maddeden oluşan beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşüncelerini becerisini değerlendirmek için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirilmiştir.	Daha büyük örneklem grubuyla geçerlik çalışmalarının tekrar edilmesi önerilmektedir.
Batu (2014)	Modellemeye dayalı fen eğitimi programının, öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri ve eleştirel düşünme becerilerine etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Cornell koşullu sorgulama testi, bilimin doğası görüşleri testi, görüşme, gözlem ve doküman incelemesi	114, 7. sınıf öğrencisi	Yedinci sınıf öğrencilerinin öğrenmelerinde ve eleştirel düşüncelerinde modellemeye dayalı fen eğitimi programının etkisi olduğu tespit edilmiştir.	Öğrencilere yeni bir öğrenme sürecine uyum sağlamaları için öğretmenlerin zaman tanınması ve seçilen öğretmenlerin de öğretime aşina olması önerilmektedir.
Bayrak (2014)	Öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve eleştirel düşünme eğilimlerine Cort-1 düşünme programının etkisinin incelenmesi	Deneyisel desen	Başarı testi, California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri, bilimsel yaratıcılık ölçeği	48, 7. sınıf öğrencisi	Cort-1 düşünme programının, yaşamımızdaki elektrik ünitesinde öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.	Eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmeyi sağlayan etkinliklere öğretim ortamında daha fazla yer verilmesi önerilmektedir

Tablo 2'nin devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Oliveras, Marquez ve Sammarti (2013)	Ortaokul öğrencilerinin bilimsel içerikli gazete makalelerini eleştirel okumada yaşadıkları güçlüklerin belirlenmesi	Belirtilmemiş	Eleştirel okumanın unsurları ölçeği	61 ortaokul öğrencisi	Öğrencilerin metinlerin içeriğini eleştirel bir şekilde anladıkları, değerlendirdikleri ve üzerinde düşündükleri eleştirel okuma etkinliklerinin eleştirel okuma becerisini geliştirdiği belirlenmiştir.	Eleştirel okuma etkinliklerinin düzenli olarak fen derslerinde kullanılması önerilmektedir.
Saysal-Araz (2013)	4. ve 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji okuryazarlık düzeyleri ile eleştirel düşünme düzeyleri arasındaki ilişkinin bazı değişkenlere göre incelenmesi	Betimsel ve ilişkisel tarama modeli	Cornell koşullu sorgulama testi, 4. sınıf fen ve teknoloji okuryazarlığı testi, ilköğretim 5. sınıf fen ve teknoloji okuryazarlığı testi, kişisel bilgi formu	714, 4. ve 5. sınıf öğrencisi	4. ve 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji okuryazarlık düzeyleri ile eleştirel düşünme düzeyleri arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.	Nitel çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Arslan (2012)	Çevre eğitiminin öğrencilerin eleştirel düşünme ve çevresel tutumları üzerindeki etkisinin araştırılması	Betimsel araştırma	Çevre eğitiminde eleştirel düşünme testi	346, 8. sınıf öğrencisi	Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde ve çevreye yönelik tutumlarında cinsiyet, sosyo-kültürel düzey ve okul türü açısından anlamlı bir istatistiksel anlamlılık gösterdiği tespit edilmiştir.	Öğrencilere eleştirel düşünmeyi öğretmekle tüm derslerin sorumlu olmakla birlikte özellikle fen ve teknoloji dersinin bu tür becerilerden sorumlu tutulmasının yanlış olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple tüm derslere bu sorumluluğun dağıtılacak şekilde düzenlemeler yapılması önerilmektedir.
Bilgin, Coşkun ve Aktaş (2012)	4. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneklerinin 5E modeline göre tasarlanmış maddeyi tanıyalım ünitesindeki akademik başarılarına etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Cornell eleştirel düşünme becerisi testi, madde ünitesi başarı testi	160, 4. sınıf öğrencisi	Yüksek eleştirel düşünmeye sahip öğrencilerin akademik başarılarının orta ve düşük düzeyde eleştirel düşünen öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.	5E yöntemi düşük ve orta yetenekli öğrenciler arasındaki başarı farkını azaltarak bireysel farklılıklara hitap ettiği için sınıflarda kullanılması önerilmektedir.
Yıldırım ve Şensoy (2011)	Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen öğretiminin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri	60, 7. sınıf öğrencisi	Yürütülen fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilim düzeyini arttırdığı tespit edilmiştir.	Öğretim sürecinde eleştirel düşünme becerilerini temel alan planlardan yararlanılması ve öğretim programlarında- öğretimde eleştirel düşünme etkinliklerine daha fazla yer verilmesi önerilmektedir.
Aktamış ve Yenice (2010)	8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerisi ve eleştirel düşünme beceri düzeylerinin belirlenmesi	Tarama modeli	Bilimsel süreç becerisi testi, California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri	308, 8. sınıf öğrencisi	Sekizinci sınıf öğrencilerinin orta düzeyde eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerisine sahip olduğu belirlenmiştir.	4., 5., 6., 7. ve 8. sınıflarda ayrı ayrı yürütülecek boyamsal bir çalışma ile fen ve teknoloji öğretim programının eleştirel düşünme üzerine etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Tablo 2'nin devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Aydede ve Kesercioğlu (2010)	Sekizinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine aktif öğrenmeye dayalı öğretim uygulamalarının etkisinin araştırılması	Deneyisel desen	Eleştirel düşünme becerileri görüşme formu	64, 8. sınıf öğrencisi	Aktif öğrenme ile yürütülen fen dersinin öğrencilerin eleştirel düşüncelerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir.	Daha uzun süreli öğretim müdahalelerinin planlanması ile farklı kademelerdeki öğrencilerle farklı fen konularında çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Malamitsa, Kasoutas ve Kokkotas (2009)	Altıncı sınıf öğrencilerinin fen öğretiminde eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine Bilim Tarihi konularının öğretime entegre edilmesinin katkısının incelenmesi	Deneyisel yöntem	Günlük muhakeme testi	44, 6. sınıf öğrencisi	Öğrencileri Bilim Tarihi ve Bilimin Doğası yönleriyle ve bunların iç içe geçmiş değerlerini içeren fen öğretim ortamı yaratmanın eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine katkıda bulunduğunu ve anlamlı öğrenmeyi teşvik ettiğini göstermektedir.	Bilim Tarihi'nin çeşitli yönlerinin fen derslerinde bütünleştirilmesi önerilmektedir.
Alkaya (2006)	4. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen bilgisi öğretiminin etkisinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Eleştirel düşünme becerileri görüşme formu, öğrenci takımları başarı bölümleri görüşme formu, haftalık değerlendirme sınavları, araştırma güncesi, sosyo-ekonomik düzey ölçeği, başarı testi	78, 4. sınıf öğrencisi	Öğrenci takımları başarı bölümleri tekniğiyle birlikte kullanılan eleştirel düşünme becerileri öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları, eleştirel düşünme becerileri geliştirdiği tespit edilmiştir.	Eleştirel düşünme becerileri öğretilirken daha farklı strateji, yöntem ve tekniklerin kullanılması ve çeşitli öğretim kademelerinde ve çeşitli konu alanlarında uygulanması önerilmektedir.
Mecit (2006)	Su döngüsü konusuna yönelik hazırlanan sorgulamaya dayalı bir öğrenme olarak 7E öğrenme döngüsü modelinin 5. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	Cornell koşullu sorgulama testi	46, 5. sınıf öğrencisi	Sorgulamaya dayalı olarak öğretilen su döngüsü konusunun öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimlerini olumlu etkilediği belirlenirken öğrencilerin cinsiyetlerine ve aile gelir düzeylerinin bu durumun yordayıcısı olmadığı tespit edilmiştir.	Farklı öğretim modellerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmedeki etkililiğini değerlendirmek için daha fazla araştırma yürütülmesi önerilmektedir.
Akınoğlu (2001)	Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen bilgisi öğretiminin öğrenme ürünlerine etkisinin incelenmesi	Deneyisel yöntem	Düzyer belirleme testi, eleştirel düşünme becerileri ölçme aracı, tutum ölçeği, öğrenci ürünleri değerlendirme formu	58, 4. sınıf öğrencisi	Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen bilgisi öğretimi, öğrencilerin bilişsel alanın bilgi ve kavrama ile eleştirel düşünmenin tutarlılık, birleştirme, yeterlilik, iletişim kurabilme erişileri ve derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.	İçeriğin eleştirel düşünme becerilerini temel alacak şekilde fen bilgisine göre ünitelendirilmesi ve farklı eleştirel düşünme becerileriyle ilgili etkinliklere yer verecek şekilde yeniden düzenlenmesi, bunlara uygun öğretim materyallerinin hazırlanması önerilmektedir.

Literatürde, eğitim alanında eleştirel düşünmeyi geliştirmeye ya da mevcut durumu açığa çıkarmaya yönelik farklı disiplinlerde ve öğretim düzeylerinde çok sayıda çalışma yer almaktadır. Ortaokul fen konularına ve fen bilimleri dersine yönelik yürütülen çalışmalar Tablo 2’de sunulmuştur. Bu düzeyde yürütülen çalışmaların büyük çoğunluğunun uygulama süreci içerdiği, az sayıda çalışmanın ise karma yöntem araştırması (Atasoy, 2020; Demirel, 2017; Ekemen, 2022; Hacıoglu & Gulhan, 2021; Kılıç, 2015; Öztürk, 2019; Şahin, 2016; Vieira & Tenreira-Vieira, 2016); betimsel araştırma (Aktamış & Yenice, 2010; Arslan, 2012; Hidayati & Sinaga, 2019), ilişkisel araştırma (Dökmecioğlu, 2017; Saysal-Araz, 2013), eylem araştırması (Özbilen, 2023) ve ölçme aracı geliştirme araştırması (Mapeala & Siew, 2015) olduğu tespit edilmiştir. Yürütülen deneysel çalışmalarda eleştirel düşünmenin eğilim boyutundan ziyade (Asal, 2020; Bayrak, 2014; Büçkün, 2017; Çavumirza, 2018; Dökmecioğlu, 2017; Gülcü, 2019; Hacıoglu & Gulhan, 2021; Ilkorucu vd., 2022; Topsakal, 2018; Yıldırım & Şensoy, 2011) beceri boyutuna odaklanıldığı görülmüştür (örneğin; Alp, 2019; Atasoy, 2020; Babacan, 2017; Bilgin vd., 2012; Büçkün, 2017; Demirel, 2017; Ekemen, 2022; Fuad vd., 2017; Kabataş-Memiş & Çakan-Akkaş, 2020; Öz, 2020; Özbilen, 2023; Pursitasari vd., 2020; Ramdan vd., 2021; Sidiq vd., 2021). Bu çalışmalar arasında eleştirel düşünmenin iki boyutuna da odaklanan çalışma sayısı ise sınırlıdır (Akinoğlu, 2001; Büçkün, 2017; Schreglmann, 2016). Uygulama için seçilen öğretim yöntemlerinin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu görülmüştür. Çalışmalarda tercih edilen yöntemler arasında argümantasyon (Büçkün, 2017; Demirel, 2017; Kabataş-Memiş & Çakan-Akkaş, 2020; Öz, 2020; Şahin, 2016), modele dayalı öğrenme (Batı, 2014; Çavumirza, 2018), probleme dayalı öğrenme (Siew & Mapeala, 2016; Topsakal, 2018), 5E yöntemi (Asal, 2020; Bilgin vd., 2012; Ramdan vd., 2021), 7E yöntemi (Mecit, 2006), bilimsel sorgulama yöntemi (Aktaş, 2022; Fuad vd., 2017) ve bağlam temelli öğrenme (Pursitasari vd., 2020) öne çıkmaktadır. Ayrıca Fuad vd. (2017) ile Siew ve Mapeala (2016), öğretim yöntemlerini düşünme/zihin haritalarıyla zenginleştirerek uygulamışlardır. Bununla birlikte, sınırlı sayıda çalışmanın Paul vd. (1990) stratejilerini kullanarak tasarladıkları öğretimin eleştirel düşünme eğilimleri (Ilkorucu vd., 2022; Yıldırım & Şensoy, 2011) ve becerileri (Akinoğlu, 2001; Alkaya, 2006) üzerine etkisini inceledikleri belirlenmiştir.

2. 1. 5. Düşünmeye Dayalı Öğrenme (Thinking-Based Learning)

DDÖ, Swartz ve Reagon (1998) tarafından önerilen *konu tabanlı yaklaşım* (infusion) için ileri sürülen eleştirel düşünme becerisi öğretim yönteminin sadeleştirilmesi, iyileştirilmesi ve uyarlanması sonucu tekrar gündeme gelen bir yaklaşımdır (Swartz, 2008). DDÖ, becerikli/yeterli (skillful) düşünebilmenin, üzerine düşünülen disiplinin içeriğiyle önemli şekilde ilişkili olduğu teorisine dayanmaktadır (Smart-Morstad, 2012). Bu yaklaşım, okul öncesinden başlayarak ilkökul, ortaokul ve liselerde öğrencilerin konu içeriğini öğrenirken öğretime düşünme becerilerinin de dahil edilmesini ve öğrenci temelli aktif öğrenmeyi savunmaktadır. DDÖ ile öğrenciler (I) düşünce

becerilerini geliştirerek, (II) konu içeriğini öğrenerek ve (III) okul dışı yaşantılarında düşünme becerisini kullanmaya devam ederek bu beceriyi gündelik problemlerde ve meslek hayatında uygulayacaklardır (Swartz, 2012). DDÖ yaklaşımının çıkış noktası her ne kadar eleştirel düşünme becerisi olsa da üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesinde kullanımı önerilmektedir.

DDÖ, öğrencilerin konu içeriği ve düşünme becerilerinin öğretimine aynı anda maruz bırakıldığı ders tasarımlarını içermektedir. Öğrencilere dersin başında düşünme stratejileri doğrudan ifade edilir ve bu stratejileri ders süreci içerisinde konuyu öğrenirken kullanmaları beklenir (Swartz & McGuinness, 2014). Öğretmen, süreç boyunca öğrencilere yapılandırılmış rehberlikte bulunmalıdır. Bu sayede, öğrenciler daha sonraki derslerde aynı düşünme türünü konu içeriğinde nasıl uygulayacaklarını öğrenmiş olurlar (Swartz & McGuinness, 2014). Öğretmenin öğretilecek stratejiye yönelik kullandığı rutin etkinlikler ve yönelttiği rutin sorularla öğrencilerde bir alışkanlık oluşturulması hedeflenir. Böylece, verimli ve etkili bir düşünme için öğrencilerde “düşünme rutinleri” oluşturulmuş olur (Tajudin, Zamzami, & Othman, 2019). Aynı zamanda bir dersteki “düşünme rutini”nin diğer derslere aktarılmasıyla ya da bir sınıfın rutininin okula yayılmasıyla “düşünce kültürü” yaratma olanağı bulunmaktadır (Swartz & McGuinness, 2014).

DDÖ yaklaşımının uygulanmasında üç temel gereklilik bulunmaktadır (Swartz, 2012). İlk aşama derste geliştirilmesi hedeflenen düşünme becerisinin/stratejisinin öğrencilere tanıtılmasıdır. Düşünme becerisinin/stratejisinin tanıtımında öğrencilerin aşına oldukları durumların kullanılması önerilmektedir. İkinci aşama düşünme becerisi kullanılarak konu içeriğinin öğrenilmesidir. Bu süreçte öğretmenin rehberliği önemli rol oynamaktadır. Öğrencilere yöneltilen sorular ve konuya yönelik etkinlikler hem öğrencilerin konuyu öğrenmelerine hem de düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamalıdır. Bu aşama tamamen yapılandırılmış süreç olup öğrencilerde düşünme rutinleri oluşturulmaya çalışılır. Son aşama ise, düşünmenin ve konu içeriğinin farklı etkinliklerde kullanılmasını sağlayacak örneklerin öğrencilere sunulmasıdır.

Öğrenmenin ezbere dayalı yolla gerçekleştiği, öğretmen ve öğrencinin yeterli becerilere sahip olmadığı öğrenme ortamlarında DDÖ’yü uygulamak kolay değildir. DDÖ yaklaşımını sınıfta etkili şekilde uygulamak için öğretmenin bu uygulama bilgisine sahip olması, öğretim materyalleri ve sınıfın yeterli donanımının bulunması gereklidir (Yusuf, 2017). Ancak, DDÖ uygulamalarının uzun süreli olması öğrencilerin motivasyonlarının azalmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca, öğretmenin bilgiyi aktarmaktan vazgeçerek konu içeriğinin yeni bir bakış açısıyla keşfedilmesinde rehber olarak sınıfta bulunması, öğrencilerin öğretmenlerine güvensizlik duymasına ve öğrenme isteğinin düşmesine neden olabilir. Bu tür durumlar öğretimin etkililiğine zarar verebilir. Bu nedenle öğretmenlerin yaklaşım hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olması, öğrencilerin olumsuz tutumlarına karşı sabırlı davranması ve öğrencileri uygun şekilde yönlendirmesi önemlidir. Bununla beraber, öğrenme çıktılarındaki olumlu değişiklik öğrencilerin tutumlarını değiştirmeleri ve DDÖ’yü faydalı bulmalarını sağlayabilir (Yusuf, 2017).

Literatürde DDÖ yaklaşımının düşünme becerilerine etkisinin incelendiği çalışmalar Tablo 3'te sunulmuştur.



Tablo 3. DDÖ Yaklaşımının Etkililiğinin Araştırıldığı Çalışmalar

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Wongpairin ve Songsemb (2022)	Lise öğrencilerinin İngilizce okuduğunu anlama becerilerini ve analitik düşünme becerilerini geliştirmek için DDÖ modelinin etkililiğinin incelenmesi	Tek gruplu deneysel desen	İngilizce okuduğunu anlama testi, analitik düşünme becerilerini değerlendirme formu, öğrenci görüşü	5 lise öğrencisi	DDÖ yaklaşımı ile yürütülen uygulamalar sonucunda öğrencilerin hem İngilizce okuduğunu anlama hem de analitik düşünme becerilerinde gelişme olduğu tespit edilmiştir.	Öğrencilerin içerik ve düşünme becerilerini geliştirilmesi istenen derslerde DDÖ yöntemi etkili bir şekilde uygulanabilir.
Torrecilla, Gutiérrez-de-Rozas ve Cancilla (2021)	Kimya mühendisliği derslerinde DDÖ kullanımının etkinliğinin değerlendirilmesi	Deneysel yöntem	Ara sınav ve yarı yıl sonu sınavı	315 lisans öğrencisi	Öğrencilerin akademik performansları artmıştır. Ayrıca, DDÖ yaklaşımına ilişkin öğrencilerin olumlu geri dönüşleri olduğu ve öğrenci-öğretmen iletişimini geliştirdiği belirlenmiştir.	DDÖ'ye yönelik deneysel çalışmaların az olması sebebiyle bu tür araştırmaların yürütülmesi ve farklı disiplinlerde de bu yaklaşımın etkililiğinin denenmesi önerilmiştir.
Tajudin vd. (2019)	Ortaokul öğrencileri için 'cebirsel ifade' konusu için bir DDÖ modülünün geliştirilmesi	Tasarım ve geliştirme araştırması	İçerik geçerlilik formu, modül güvenilirlik anketi	3 matematik eğitimi uzmanı, 34 matematik öğretmeni	DDÖ modülünün içerik geçerliliği ve güvenilirlik indekslerinin tatmin edici düzeyde olduğunu tespit edilmiştir.	Öğretmenlere DDÖ yaklaşımını öğretimlerinde nasıl uygulayacaklarına yönelik atölyeler düzenlenmesi ve geliştirilen DDÖ modülünün, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlarındaki etkinliği araştırılması önerilmiştir.
Hashim, Ali ve Samsudin (2018)	STEM projelerini gerçekleştirirken DDÖ ile öğrencilerin düşünme alışkanlıklarının geliştirilmesi	Durum çalışması	Fen öğrenim modülü-STEM, yarı yapılandırılmış görüşme	30 ortaokul öğrencisi	DDÖ yaklaşımıyla hazırlanan öğrenme modeli öğrencilerin düşünme alışkanlıklarının geliştirilmesinde etkili olmuştur.	Öneri belirtilmemiştir.
Hashim, Ali ve Shamsudin (2017)	Öğrencilerin STEM'e olan ilgilerini artırmak için ders dışı etkinlikler sırasında DDÖ yoluyla üst düzey düşünme becerilerinin öğretilmesi	Durum çalışması	Üst düşünmeyi gerektiren problem	Belirlenmemiş	DDÖ yaklaşımıyla geliştirilen ders dışı etkinlikler modülünün öğrencilerin STEM'e olan ilgisini artırdığını belirlenmiştir.	Öneri belirtilmemiştir.
Salih (2014)	Normal sınıflarda DDÖ'ye ilişkin öğretmenlerin algılarının ve süreç sonunda motivasyonlarının belirlenmesi	Araştırma ve geliştirme	İçsel motivasyon envanteri, öğretmenlerin düşünme becerilerinin öğretimine ilişkin algıları	4 fen öğretmeni	DDÖ'nün öğretme ve öğrenme sürecinde düşünme becerilerini geliştirmek için güçlü ve yeterli bir yaklaşım olduğu tespit edilmiştir.	DDÖ yaklaşımı okullara aşamalı olarak entegre edilerek iyi eğitilmiş kadroların dahil olduğu çalışmaların yürütülmesi önerilmiştir.

DDÖ yaklaşımına yönelik oldukça sınırlı çalışmaya ulaşılmıştır (Tablo 3). Bu yaklaşımın etkililiğine yönelik yürütülen araştırmalarda, yaklaşımın öğrencilerin akademik başarısıyla birlikte öğrenci-öğretmen iletişimini (Torrecilla vd., 2021) ve STEM'e ilgisini (Hashim vd., 2017) arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu yaklaşımla öğrencilerin okuduğunu anlama ve analitik düşünme becerilerinin (Wongpairin & Songsernb, 2022), düşünme alışkanlıklarının (Hashim vd., 2018) ve öğretmenlerin düşünme becerilerinin (Salih, 2014) geliştiği görülmüştür.

2. 1. 6. Otantik Problemler

Otantik öğrenmenin bir parçası olan otantik problemler, açık şekilde tanımlanmamış, tek bir çözüm yolu olmayan ve disiplinler arası ilişkiler kurulmasını sağlayan karmaşık problemlerdir (Bektaş & Horzum, 2014; Renzulli vd., 2004). Otantik problemler ders kitabındaki bilgilerin farklı durumlarla ilişkilendirme fırsatını sağlar. Günlük yaşantıdaki problemlerle olduğu haliyle sadeleştirilmeden karşılaşıldığı için otantik problemler de basite indirgenmeden ya da daha küçük işlem basamaklarına ayrılmadan öğrencilere sunulur. Öğrencilerin kendi becerileri doğrultusunda küçük parçalar haline getirdikleri problemlerin çözümü esnasında eleştirel düşünme becerisinin de dahil olduğu pek çok üst düzey düşünme becerisi kullanılmaktadır (Dadlı, 2017).

Otantik problemler sayesinde gerçek dünya ile dersler arasında doğal bir ilişki kurulur (Bektaş & Horzum, 2014). Fen bilimleri dersi günlük yaşantı ve gerçek dünya konularını içeren derslerden birisidir. Fen eğitiminin amaçlarından birisi de fen konularının öğrencilerin yaşantılarıyla ilişkilendirilerek öğretilmesidir (Eliason & Jenkins, 2008). Çünkü fen konuları yaşantı bağlantısı kurulduğunda öğrencilerde anlamlı hale gelmektedir (Aynas, 2018; Güzel-Yücel & Koç, 2019). Bu sebeple yapılan fen öğretiminin sınıfın hatta okulun dışına çıkacak şekilde tasarlanması anlamlı öğrenmelerin sağlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu şekilde bir öğretim ortamını tasarlama yollarından birisi otantik öğrenmeyken, otantik problemler günlük hayatta karşılaşılabilecek durumlarla öğrencilerin karşı karşıya bırakılmasıdır (Aynas, 2018; Ustaoglu, 2020).

Fen konularına yönelik otantik problemle karşılaşan öğrenciler, problemi çözmek için problemi tanımlama, çeşitli çözüm yolları bulma, çözüm yollarını değerlendirerek uygun olana karar verme ve problemi çözmeye gibi aşamaları uygulurlar. Öğrenciler otantik problemi, problemin çözümünü ve çözüm yollarını öğrenmelerine dahil etmiş olurlar ve bu kazanımlarını gelecek yaşantılarına transfer ederek benzer problemleri çözmeye olasılıkları artar (Aynas, 2018; Ustaoglu, 2020). Bu sayede kalıcı ve anlamlı öğrenmeler gerçekleşmesi olasıdır. Ayrıca otantik problemler öğrencilerin, fen konularının günlük yaşantılarıyla yüksek ilişkili olduğunu fark etmelerini de sağlar. Bu sebeple, fen konuları amaçlı olarak gerçek yaşamla ilişkilendirilerek öğretilmelidir. Otantik problemler de bu ilişkilendirilmenin kurulmasında önerilen yollardan birisidir. Böylece öğrenciler edindikleri bilgi, tutum ve becerileri transfer etmeyi öğrenirler (Güzel-Yücel & Koç, 2019).

Literatürde otantik problemlere yönelik yürütülen çalışmalar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Otantik Problemlere Yönelik Yürütülen Çalışmalar

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Noor, Yunus, Suyidno ve Fahmi (2023)	Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için geçerli, pratik ve etkili, Tahmin-Gözlem-Açıklama temelli özgün öğretim modülünün geliştirilmesi	Tessmers'in gelişim modelini	Uzman testleri, gözlem, kritik ders planları	29 öğrenci	Öğrenme araçlarının çok geçerli, pratik ve etkili olarak sınıflandırıldığı tespit edilmiştir.	Tahmin-Gözlem-Açıklama temelli otantik problem öğretim paketi, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirilmesinde kullanılması önerilmektedir.
Yorulmaz (2021)	Üstün yetenekli öğrencilerin otantik problem odaklı proje tabanlı öğrenme faaliyetlerinde motivasyonlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi	Durum çalışması	Yarı yapılandırılmış görüşme formu, saha notları	6 üstün yetenekli öğrenci	Otantik problemin kendilerini doğrudan ilgilendirmesi, grup içi iletişimin yüksek olması, proje yürütme sürecinde mentorlerinin olmasının öğrencilerin motivasyonlarını etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir.	Öğrencilere öğrenme ortamına getirilecek otantik problemlerin seçimde söz hakkı tanınması önerilmektedir.
Yunita vd., (2021)	Geçerli ve otantik bir probleme dayalı fen e-modülünün tasarlanması	Araştırma ve geliştirme tasarımı	Anket	3 uzman, 5 uygulayıcı	Öğrencileri toplum 5.0'a hazırlamak için otantik problemlere dayalı geçerli bir e-modül tasarlanmıştır.	Otantik problemler içeren e-modüllerin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını ve öz yeterliliğini geliştirmek için kullanılması önerilmektedir.
Weng, Jong ve Chiu (2021)	Öğrencilerin işbirlikçi becerilerini STEM etkinliklerinde geliştirmede otantik problem çözme ve mentor destekli otantik problem çözmenin etkililiğinin araştırılması	Deneyisel yöntem	Algılanan iş birliği becerileri ölçeği	63 ortaokul öğrencisi	STEM etkinliklerinde işbirlikçi becerilerin gelişiminde mentor destekli otantik problem çözmenin daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir.	Uzun süreli çalışmaların yürütülmesi ve öğrencilerin ifadelerini veri kaynağı olarak kullanmak yerine görev yönelik ölçümlerin değerlendirilmesi önerilmektedir.
Basil (2020)	Aileler ve okul öncesi öğretmenleri çocukları otantik problemleri çözme becerilerini geliştirirken karşılaştıkları zorlukların belirlenmesi	Fenomenografi	Derinlemesine görüşme ve odak grup	12 ebeveyn, 9 öğretmen	Sınıflarda çok sayıda çocuğun olması sebebiyle öğretimin bireyselleştirilememesi, öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerinin iyi planlanmaması, ebeveyn farkındalığının olmaması ve çocukların sağlık durumlarının (kronik hastalık, HIV/AIDS vb.) okula devamlılıklarını etkilemesi, çocukların otantik problemleri çözme becerilerinin gelişimine engel olan faktörler olarak tespit edilmiştir.	Öğretmen sayısının artırılarak öğrenci merkezli öğrenmeye geçilmesi ve ebeveyn farkındalığının artırılması önerilmektedir.
Shanta (2019)	Mühendislik tasarımına dayalı otantik bir problemi sınıf bağlamı dışında çözmede lise ön mühendislik öğrencilerinin performanslarının değerlendirilmesi	Deneyisel yöntem	Akademik başarı puanları	20 lise öğrencisi	Otantik bir probleme çözüm aranırken, öğrencilerin fen ve matematik içeriklerini ve uygulamalarını tanıma, hatırlama, seçme ve kullanma becerileri onların başarılarında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir.	Öğrencilerin sonuçlarını daha iyi hale getirmek için daha fazla çalışmanın yürütülmesi önerilmektedir.

Tablo 4'ün devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Yuliati, Fauziah ve Hidayat (2018)	Öğrencilerin otantik probleme dayalı öğrenmeye dayalı geometrik optik konusunda eleştirel düşünme becerilerinin belirlenmesi	Nitel betimleyici yöntem	Açık uçlu sorular, gözlem formu	25 lise öğrencisi	Otantik probleme dayalı öğrenme öğrencilerin eleştirel becerilerini etkilediği belirlenmiştir.	Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin günlük yaşamda otantik problemler kullanılarak daha yoğun bir şekilde eğitilmesi önerilmektedir.
Dadlı (2017)	Öğrencilerin yansıtıcı düşünme becerisi, akademik başarı, çevre tutum ve farkındalıklarına otantik probleme dayalı öğrenme etkinliklerinin etkisinin belirlenmesi	Deneyisel yöntem	Yansıtıcı düşünme becerisi ölçeği, çevre bilgi testi, çevresel tutum ölçeği, çevre farkındalığı görüşme formu	53, 7. sınıf öğrencisi	Otantik probleme dayalı öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını, çevresel tutumlarını ve farkındalıklarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.	Farklı öğrenme alanlarında ya da farklı sınıf seviyelerinde aynı değişkenler ya da farklı değişkenlerin etkisinin denenmesine yönelik çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Mohammadi (2017)	Gerçek hayattaki kelime dağarcığı görevlerini çözmek için öğrencilerin bilişsel ve üst bilişsel becerilerini kullanan otantik probleme dayalı görevlerin tasarlanması	Deneyisel yöntem	Nelson kelime testi	64 İranlı İngiliz dili öğrencisi	Otantik probleme dayalı kelime dağarcığı görevlerinin, geleneksel girdiye dayalı kelime öğrenme görevlerine kıyasla bilginin daha uzun süre hatırlanmasına sebep olduğu belirlenmiştir.	Probleme dayalı kelime öğrenimi ile ilgili olarak diğer yeterlilik seviyelerine ve öğrenme stillerine yönelik çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.
Harahap ve Silalahi (2016)	Probleme dayalı öğrenme modelinin dinamik elektrik konusunda 10. sınıf öğrencilerinin otantik problem çözme becerilerine etkisinin belirlenmesi	Deneyisel yöntem	Kompozisyon testi, gözlem formu	49 öğrenci	Otantik problemleri kullanarak fizik öğretimi öğrencilerin problem çözme becerilerini olumlu etkilediği ve probleme dayalı öğrenme modeliyle otantik problem çözme becerileri arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir.	Öneri sunulmamıştır.
Dul Aji ve Hudha (2015)	Bütünleştirici öğrenmede otantik problem yöntemiyle öğrenme sonrasında öğrencilerin bilimsel aktivitelerinin tanımlanması	Nitel- betimsel araştırma	Gözlem, alan notları, mülakat	Lise öğrencileri	Bütünleştirici öğrenme yoluyla otantik problemin öğrenilmesi şu özelliklere sahiptir; öğrencilerin tartışma ve uygulama yoluyla otantik problemleri çözmesi ve öz ve akran değerlendirmesi özelliklerini içermesi	Öneri sunulmamıştır.
Raker (2011)	İkinci sınıf organik kimya öğretimi için otantik problem setleri geliştirilmesine yönelik kriterlerin belirlenmesi	Öğretim tasarımı	792 otantik problemden 5 tanesi, görüşme	8 organik kimyager	Lisans düzeyinde organik kimyaya yönelik otantik problemlerin taşıyacağı kriterler şu şekilde belirlenmiştir; organik kimyayı yansıtmalı, bağlamsal bilgi sağlamalı, literatür desteği olmalı, soruları açık uçlu şekilde tasarlanmalı, problemlere tanıdık unsur eklenmeli, problemler yeterli düzeyde zorlayıcı olmalı, çözüm için gereken kaynaklara erişim sağlanmalı.	Otantik problemler, sınıf için öğretime, ev ödevlerine, resmi değerlendirmelere ve laboratuvar uygulamalarına dahil edilerek kullanılması önerilmektedir.

Literatürde otantik öğrenme ve otantik görev kavramlarına yönelik yürütülen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Otantik problem kavramına yönelik ise bu kavramlara göre nispeten daha az çalışma yer almaktadır (Tablo 4). Otantik problemlerin öğrencilerin akademik başarılarının (Dadlı, 2017) yanında işbirlikçi (Weng vd., 2021), eleştirel düşünme (Yuliati vd., 2018), problem çözme (Harahap & Silalahi, 2016) becerileri ile çevre tutumlarının ve farkındalıklarının (Dadlı, 2017) gelişiminde etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, otantik problemlerin konu içeriğini daha uzun süre hatırlamaya yardımcı olduğu belirlenmiştir (Mohammadi, 2017; Sanat, 2019). Otantik problemlerin öğrencilerin öğrenmelerinde etkili olması sebebiyle bu problemlerin taşıyacağı kriterler (Dul Aji & Hudha, 2015; Raker, 2011), otantik problem çözme becerisinin gelişiminde karşılaşılan zorluklar (Basil, 2020) ile öğrenci motivasyonunu etkileyen faktörlerin belirlenmesine (Yorulmaz, 2021) yönelik çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Öğrencileri dijitalleşme ve yapay zekâ toplumuna hazırlamak için fen içerikli e-modül tasarımı içeren çalışma da bulunmaktadır (Yunita vd., 2021).

2. 1. 7. Semantik Ağlar

Semantik ağlar, kavramlar ya da konuya ilişkin kelimeler arasındaki ilişkiyi görsel olarak tasvir eden grafik araçlardır. Literatürde *semantik ağ*, *semantik harita*, *kavram haritası*, *bilgi haritası* gibi benzer amaca hizmet eden, kavramlar arasında ilişkilerin belirtildiği ve birbirlerinden büyük farkların bulunmadığı birçok görsel araç bulunmaktadır (Lim, Cheng, Lam & Ngan, 2003). Bu tür araçların, görsel ve kavramsal olmak üzere iki yönü bulunmaktadır. Görsel yönünde kavramlar arasındaki ilişkiler oklarla ya da çizgilerle kurulur. Kavramsal olarak ise bu tür araçlar bir konuya yönelik bireyin düşüncelerinin örüntüsünü gösterir (Lim vd., 2003). Semantik ağ sayesinde birey, o duruma yönelik anlayışını ya da kavramları nasıl ilişkilendirdiğini, düşüncesinin derinliğini karşı tarafa iletmış olur. Semantik ağlar, bireyin kavramları nasıl kategorize ettiğini ve ilişkilendirdiğini kavramlar arasında bağlantılar kurarak sunmaya yardımcı olur (Lim vd., 2003). Bununla birlikte, semantik ağ onu çizenin düşünme, analiz ve sentez süreci ile duruma yönelik bilgisinin derinliğine yönelik bir resim ortaya koyar. Bu tür faydalarından dolayı herhangi bir konu için sınıflarda rahatlıkla kullanılabilir (Lim vd., 2003).

Öğretim programlarının bir parçası olan üniteler ilişkili konuların ve kavramların bir araya gelerek oluşturdukları bütünlerdir. Ünitenin kavramları arasında bir ilişki çizilmeye çalışılsa bir ağ oluşur. Çünkü bir kavram üzerine düşünmek için diğer kavramlara da ihtiyaç duyulur, bu sebeple bir kavrama yönelik düşünme diğer kavramla ilişkisini de ortaya koyar (Nosich, 2018). Üniteyi tanımlayan ne kadar fazla kavram öğrenilmişse ve kavramlar arasında kurulan doğru ilişki sayısı ne kadar fazla ise ünite içeriğini öğrenmeye yönelik bir adım atılmış olur. Bir üniteyi öğrenmek için o ünitenin içeriğini tanımlayan temel ve güçlü kavramlarla ve bu kavramların birbiriyle ilişkisi üzerine düşünebilmek gerekir (Paul & Elder, 2016). Kavramlar ve kavramların ilişkisi üzerine düşünememek ünitenin içeriğinin öğrenilemediğini, yalnızca kelimelerin ezberlendiğini gösterir. Bu şekilde doğru

kurulamayan ilişkilerle, hatırlanan kavramların kısa bir süre sonra unutulması kaçınılmazdır (Nosich, 2018).

Öğrenci bir üniteyi öğrenmeye o ünitenin kavramlarını kullanarak başlar. Bu sayede o ünitenin kavramsal yapısını da öğrenmiş olur. Kavramları kullandıkça ve kavramlar arasında bağlantılar kurdukça ünitenin tamamının resmini zihninde oluşturabilir (Nosich, 2018; Paul & Elder, 2016). Tüm ünitelerin öğrenilmesini daha fazla vurguladığı temel ve güçlü kavramları vardır. Örneğin; fen bilimleri dersi yedinci sınıf saf maddeler konusunun element ve bileşik kavramları bu maddelerin yapısını tanımlayan kavramlardan (atomik/moleküler yapılı element ve moleküler yapılı/moleküler yapılı olmayan bileşik) o sınıf düzeyi için daha temel ve güçlü kavramlardır. Bu kavramların tam ve doğru şekilde kavranması konunun tamamının anlaşılmasında kilit rol oynar. Öğrenciler, temel ve güçlü kavramlarla düşünmeyi düşünme rutininin bir parçası haline getirdiklerinde konuya yönelik eleştirel olarak da düşünmeye başlarlar. Ayrıca, öğrenciler kavramlar arasındaki ilişkileri göstermek için kategorilendirme, organize etme gibi alt becerileri de kullanırlar (Fuad vd., 2017). Semantik ağlar, temel ve güçlü kavramlar arasındaki ilişkileri gösteren öğretim materyali olarak eleştirel düşünmenin geliştirilmesinde bir teknik olarak rol oynayabileceği gibi (Fuad vd., 2017), kavramlar arasında ilişki kurma durumunu ve düşünme sürecini göstermesi sebebiyle eleştirel düşünmenin değerlendirilmesinde bir araç olarak da kullanılabilir (Nosich, 2018).

Semantik ağların/haritaların kullanım amaçlarının incelendiği çalışmalar Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Semantik Ağların/Haritaların Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Koçak ve Sarı (2021)	Otizimli öğrencilere hayat bilgisi dersinin aile kavramlarının öğretiminde semantik kavram haritası yönteminin etkililiğinin incelenmesi	Yoklama evreli denekler arası çoklu yoklama modeli	Semantik kavram haritaları, öğretim etkinlikleri uygulama güvenilirlik formu	10 yaşında 3 erkek öğrenci	Semantik kavram haritası yöntemi, Otizmli öğrencilere ‘ailemiz’ temasındaki kavramların öğretilmesinde etkili olmuştur.	Semantik kavram haritalarının eğitim alanında bir değerlendirme aracı olarak kullanılması önerilmektedir.
Zorlu ve Zorlu (2021)	Fen bilgisi öğretmen adaylarının ergastik maddelere ilişkin anlayışlarının semantik haritalarla incelenmesi	Fenomenoloji	Semantik haritalar	38, 2. sınıf fen bilgisi öğretmen adayı	Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları semantik haritalarda ergastik maddelerle ilgili kavramların büyük çoğunluğunu kullanabildikleri tespit edilmiştir.	Tek seferlik uygulamalar yerine uzun süreli uygulamaların yapılması önerilmektedir.
Reza ve Azizah (2019)	Semantik harita stratejisi ile yürütülen dersin öğrencilerin kelime öğrenmelerine anlamlı etkisinin olup olmadığının araştırılması	Deneyisel araştırma	30 maddelik test	144, 10. sınıf öğrencisi	Semantik harita stratejisi ile öğretim gören öğrencilerin son test puanlarının bu strateji ile öğretim görmeyen öğrencilerin puanlarından anlamlı derecede fark olduğu tespit edilmiştir.	Kavram öğretiminde semantik haritaların kullanılmasını önerilmektedir.
Siew ve Mapeala (2016)	Düşünme haritaları ile probleme dayalı öğrenme yönteminin beşinci sınıf öğrencilerinin fene yönelik eleştirel düşünceleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi	Yarı deneyisel desen	Fene yönelik eleştirel düşünme testi	270, 5. sınıf öğrencisi	Probleme dayalı öğrenme-düşünme haritalarının bütünleştirilmesi yöntemiyle yapılan uygulamalara katılan öğrencilerin sadece probleme dayalı öğretimle yapılan uygulamalara katılan öğrencilerden anlamlı derecede daha yüksek eleştirel düşünme performansı gösterdiği tespit edilmiştir.	Mevcut araştırmaya kıyasla daha büyük bir örneklem büyüklüğü ve daha uzun süre ekstra öğrenme etkinlikleri ile karma yöntem yaklaşımının kullanılması önerilmektedir.
Dilek ve Yürük (2013)	Kelime öğreniminde semantik harita tekniği kullanımının geleneksel tekniğe kıyasla etkisinin incelenmesi ve öğrencilerin kelime öğrenme stratejilerine ilişkin inançları ile hangi stratejileri kullanmayı tercih ettikleri arasında bir ilişki olup olmadığının ortaya çıkarılması	Betimsel çalışma	40 maddelik iki bölümden oluşan bir anket (birinci bölüm, kelime öğrenme stratejileri hakkındaki inançlar, ikinci bölüm tercih edilen kelime öğrenme stratejileri)	32 üniversite hazırlık öğrencisi	Semantik harita tekniği ile kelime öğretiminin geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin kelime öğrenme stratejileri hakkındaki inançları ve kelime öğrenme strateji tercihlerinin ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.	Semantik harita tekniği, hedef kelimeleri öğrenmek için etkili bir teknik olarak bulunmasına rağmen tek başına yeterli olmadığı bu sebeple ek tekniklerin kullanılması önerilmektedir.

Tablo 5'in devamı

Yazar	Amaç	Yöntem	Veri Toplama Araçları	Çalışma Grubu	Sonuçlar	Öneriler
Raizene ve Grigaite (2005)	Semantik harita kullanılarak öğretilen sınıflandırma ve sıralama becerilerinin gelişiminin doğal gelişim koşullarından daha etkili olup olmadığının belirlenmesi	DeneySEL yöntem	Semantik haritalar	7 yaşında 57 öğrenci	Semantik harita kullanımının deney grubunun sınıflandırma becerisinin gelişimine anlamlı etkisinin olduğu, sıralama becerisine ise olmadığı tespit edilmiştir.	Sınıflandırma ve sıralama becerilerinden farklı olarak diğer becerilerin gelişimine semantik haritaların etkisinin uzun süreli olarak incelenmesi önerilmektedir.
Lim vd., (2003)	Okul öncesi öğretmenlerinin semantik ağ stratejileri yoluyla yansıtma ve düşünme becerilerinin geliştirilmesi	Belirtilmemiş	Semantik ağlar, bireysel görüşmeler	77 öğretmen	Semantik ağların kullanımının daha ayrıntılı düşünme, düşünceleri bütünleştirme ve bütüncül düşünme yeteneklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.	Öneri belirtilmemiştir.

Literatürde semantik ağlara/haritalara yönelik yürütülen araştırmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Tablo 5). Semantik ağ/harita kullanımının konuya ilişkin kavramların/kelimelerin öğretiminde etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Dilek & Yürük, 2013; Koçak & Sarı, 2021; Reza & Azizah, 2019; Zorlu & Zorlu, 2021). Ayrıca, semantik ağların/haritaların eleştirel düşünme (Siew & Mapeala, 2016), sınıflandırma ve sıralama (Raiziene & Grigaite, 2005), yansıtma ve düşünme (Lim vd., 2003) gibi becerilerin gelişimini değerlendirmek için kullanıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte semantik ağların/haritaların beceri gelişimini değerlendirmek için kullanıldığı disiplinlerin (bkz. fen, okul öncesi) oldukça sınırlı olduğu belirlenmiştir.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Eleştirel düşünme becerisine yönelik literatürde yer alan çalışmaların amaçlarına bakıldığında, araştırmaların çoğunlukla çeşitli konulara (örneğin, çevre konuları, sosyobilimsel konular, bilimin doğası) yönelik uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin (örneğin, bağlam temelli, argümantasyon, STEM) eleştirel düşünme becerisine etkisini tespit edilmesini hedeflediği görülmektedir. Yürütülen uygulamaların büyük kısmının öğrencilerin eleştirel düşünme becerisine olumlu yönde katkı sağladığı belirlenirken yapılan müdahalenin bir konu ya da ünite ile sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmaların çoğunluğunda öğretim yönteminin sadece eleştirel düşünme becerisi değil problem çözme, yaratıcı düşünme, üst düzey düşünme becerileri gibi çeşitli becerilere de etkisinin test edildiği görülmüştür (Dökmecioğlu, 2017; Öztürk, 2019; Sidiq vd., 2021; Topsakal, 2018). Bu noktada, daha uzun süreli ve sadece eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesine odaklanan bir çalışmayla öğrencilerin sahip oldukları beceriyi kullanabilme durumlarının devamlılığının incelenmesinin önemli olduğuna inanılmaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar yöntem açısından incelendiğinde, çoğunlukla deneysel yöntemin tercih edildiği belirlenmiştir. Fen bilimleri dersi ya da fen konularına yönelik öğretim müdahalesi içeren çalışmaların çoğunda konu-bağımsız olan California eleştirel düşünme eğilimleri envanteri (Aktamış & Yenice, 2010; Asal, 2020; Bayrak, 2014; Büçkün, 2017; Hacıoğlu & Gulhan, 2021; Topsakal, 2018; Yıldırım & Şensoy, 2011) ile Cornell eleştirel düşünme becerisi testinin (Batı, 2014; Bilgin vd., 2012; Büçkün, 2017; Çavumirza, 2018; Demirel, 2017; Kabataş-Memiş & Çakan-Akkaş 2020; Kılıç, 2015; Mecit, 2006; Salsal-Araz, 2013; Şahin, 2016; Vieira & Tenreira-Vieira, 2016) sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Bu testler öğrencilerin genel eleştirel düşünme becerisini değerlendirmek için kullanışlı olup fen bilimleri dersi özelinde nasıl eleştirel düşündüklerini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Eleştirel düşünme önce belli bir konu alanına yönelik başlayıp (yakın transfer) daha sonra transfer edilerek genele özgü eleştirel düşünme (uzak transfer) sağlanmış olur (Tiruneh vd., 2017). Bir öğretim uygulaması içinde öğrencilere çeşitli etkinlik, problem, materyal gibi ürünler sunulmaktadır. Öğrenciler, süreç içinde sunulan ürünlere eleştirel bakış açısıyla yaklaşarak etkinliği tamamlama, problemi çözme gibi davranışlar sergilemektedir. Konu-bağımsız

testlerle eleştirel düşünme becerilerinin ölçülmesiyle sonuca odaklanılmakta, öğrencilerin süreç içerisindeki davranışları ihmal edilmektedir. Bu sebeple, öğrencilerin süreç içerisinde konuya yönelik nasıl eleştirel düşündüğünün belirlenmesinin hem öğrencilerin tek bir testle değerlendirilmesinin önüne geçilerek sürece yönelik yorum yapılmasına olanak tanıyacağına, hem öğrencilerin alt stratejilerdeki durumlarını açığa çıkaracağına hem de seçilen öğretim yönteminin eleştirel düşünmeyi öğretmedeki etkililiği hakkında daha detaylı bilgi vereceğine inanılmaktadır. Kullanılan diğer veri toplama araçları olan görüşme (örneğin, Demirel, 2017; Hacıoglu & Gülhan, 2021; Şahin, 2016), gözlem (örneğin, Batı, 2014; Öztürk, 2019; Vieira & Tenreira-Vieira, 2016), günlük (örneğin, Kılıç, 2015; Öztürk, 2019), fen kavramsal öğrenme testleriyle (örneğin, Alp, 2019) veri kaybını azaltmanın hedeflendiği görülmektedir. Bununla birlikte, semantik ağların eğitimde bir değerlendirme aracı olarak kullanılması önerilirken (Koçak & Sarı, 2021), farklı çalışmalarda öğrencilerin düşünme becerilerinin değerlendirilmesinde kullanıldığı belirlenmiştir (örneğin, Lim vd., 2003; Siew & Mapeala, 2016). Böylece, kullanılan veri toplama aracı sayısının artmasıyla hem öğrencilerin eleştirel düşünme davranışları takip edilebilecek hem de sürecin tamamının açıklanmasına yönelik derinlemesine bilgiler sağlayacaktır.

Eleştirel düşünmenin önce yakın sonra uzak transfer olarak değerlendirilmesi önerilmektedir (Tiruneh vd., 2017). Bu noktada öğrencilere günlük yaşam konuları içeren otantik problemler sunulabilir (Shanta, 2019). Otantik problemlere dayalı öğrenme süreçlerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini etkilediği (Yuliati vd., 2018) düşünüldüğünde eleştirel düşünebilen öğrencilerin otantik problemleri çözme durumlarının araştırılmasının öğrencilerin düşünmeyi uzak transfer edebilmeleri hakkında bilgi vereceğine ve otantik problemlerin eleştirel düşünmeyi değerlendirmede bir araç olarak kullanılabileceğine yönelik bakış açısı kazanılmasına yardımcı olacağına inanılmaktadır.

Eleştirel düşünmenin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda genellikle sorgulamayı temel alan öğretim yöntemlerinin tercih edildiği görülmüştür (örneğin, Fuad vd., 2017; Kabataş-Memiş & Çakan-Akkaş, 2020). Bu yöntemler etkili olmakla birlikte becerilerin gösterilme durumu, ilgili öğretim yöntemine yönelik etkinliklerin yoğun olarak uygulanmasına bağlı olarak değişmektedir (Demirel, 2017). Ayrıca, öğretim yönteminin farklı tekniklerle (artırılmış gerçeklik, yerel bilgelik, zihin ve düşünme haritaları) birlikte kullanılması durumunda daha etkili sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir (Demirel, 2017; Fuad vd., 2017; Ramdan vd., 2021; Siew & Mapeala, 2016). Kullanılan öğretim yöntemlerinin çoğunluğunun temel hedefi konu içeriğinin kazandırılması olup beceri öğretimi ara hedef olarak yer almaktadır. Bu noktada bu öğretim yöntemlerinin öğrencilerde tek başına düşünme rutini oluşturmada eksik kaldığı sonucuna ulaşılabilir. Bu sebeple, düşünme becerilerinin öğretiminde kullanılması önerilen ve aynı zamanda konu içeriğinin de kazandırılabilmesini savunan DDÖ yaklaşımıyla eleştirel düşünme öğretimine farklı bir açıdan bakılabileceğine inanılmaktadır. DDÖ yaklaşımının bireylerin akademik performanslarının (örneğin,

Torrecilla vd., 2021) ve düşünme becerilerinin (örneğin, Hashim vd., 2018; Wongpairin & Songsernb, 2022) gelişiminde etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, bu yaklaşımla yürütülen çalışmaların daha çok öğretmen düzeyinde olduğu, ortaokul düzeyindeki öğrencilerle sınırlı sayıda çalışmanın yürütüldüğü belirlenmiştir. Eleştirel düşünme öğretiminin örgün eğitimin başından itibaren öğrencilere kazandırılmasının, onları ileri öğretim kademelerinde ve yaşantılarında destekleyeceği düşünüldüğünde, ortaokul düzeyinde yürütülecek çalışmalara ihtiyaç duyulduğuna inanılmaktadır.

Beceri gelişimi uzun süreli bir süreç olduğu için kısa süreli çalışmalarla istenen verimin alınması zorlaşmaktadır. Literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarına yönelik yapılan önerilerde de eleştirel düşünmenin geliştirilmesine yönelik uzun süreli çalışmalar yürütülmesi (Aydede & Kesercioğlu, 2010; Siew & Mapeala, 2016; Şahin, 2016), eleştirel düşünme etkinliklerine daha fazla yer verilmesi (Bayrak, 2014; Yıldırım & Şensoy, 2011) ve eleştirel düşünme etkinliklerinin günlük yaşam problemlerini içermesi (Yuliati vd., 2018) vurgusu yer almaktadır. Bu çalışmaların sonuçları doğrultusunda ve yapılan öneriler de değerlendirildiğinde, öğrencilerin eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik düşünme temelli öğretim süreçlerinin tasarlanmasına (örneğin, Mecit, 2006; Wongpairin & Songsernb, 2022), bu becerinin değerlendirilmesinde farklı değerlendirme araçlarının kullanılmasına (örneğin; Alkaya, 2006; Koçak & Sarı, 2021) ve öğrencilerin konu-konudan konu-yaşantıya geçişinin sağlanmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu noktada, bu çalışma ile,

- Eleştirel düşünme becerisinin yedinci sınıf düzeyinde gelişimine yönelik ders planlarının ve öğretim materyallerinin tasarlanması,
- Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin öğrencilerin kavramsal anlamaları, bilişsel becerileri ve duyuşsal eğilimlerinin gelişimleri ile içerik bilgisini yaşantıya aktarmalarını tespit etmeye yönelik veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve uygulanması,
- Öğretmenin eleştirel düşünme öğretimine yönelik deneyim kazanması ve öğretmenin dönütleri sonrasında son halleri verilen rehber ders planlarının ve materyallerinin sunulması,

başlıklarında ilgili literatüre katkı sağlanacağına, belirtilen eksikliklerin önemli bir kısmının giderileceğine ve ihtiyaçların büyük ölçüde karşılanacağına inanılmaktadır.

Bu ihtiyaçları gidermeye yönelik literatürdeki çalışmalar incelendiğinde son yıllarda en fazla vurgu yapılan noktanın eleştirel düşünmenin ilgili disiplin içinde ölçülüp değerlendirilmesi olduğu görülmüştür. Bu sebeple kullanılacak veri toplama araçlarının disipline özgü olarak belirlenmesi çıkış noktası olmuştur. Nosich'in (2016, 2018) "*disiplinin kelimeleriyle düşünmek*" ifadesi göz önünde bulundurularak, ilgili disiplinin kelimelerinin eğer bağlantılar kurulabilmişse zihinde bir ağ oluşturduğunu belirtmesi üzerine semantik ağların kullanılmasına karar verilmiştir. Bu doğrultuda, ünitelerin kelimeleriyle düşünebilen öğrencinin zihninde de kavramaların bir ağ oluşturması

beklenmektedir. Ayrıca, eleştirel düşünmenin değerlendirilmesinde yakın ve uzak transfer kavramlarının önemini vurgulanması nedeniyle (Tiruneh vd., 2017), uzak transferin gerçekleştirilmesinin nasıl mümkün olacağına ilişkin araştırmalar yürütülmüştür. Fen dersleri her ne kadar yaşantının tam içerisinde olsa da öğrencilerin çeşitli düşünme süreçlerinden geçmesiyle bu transferin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu noktada fen konularını öğrencilerin hayatlarıyla ilişkilendirerek karmaşık düşüncelerini gerektirecek şekilde tasarlanan otantik problemler kullanılarak, öğrencilerin bu problemleri çözebilme durumları ile eleştirel düşünme düzeyleri arasında ilişki kurulabilmesi (Yuliati vd., 2018) amaçlanmıştır. Ayrıca, eleştirel düşünebilme için alışkanlık gerektiği (Timuçin, 2019) ve bu alışkanlığın oluşması için zamana ihtiyaç duyulduğu düşünüldüğünde öğrencileri süreç içerisinde gözlemlemek amacıyla gözlem formlarından faydalanılmıştır. Eleştirel düşünmeye yönelik yürütülen çalışmaların genellikle bilişsel boyutta olması duyuşsal boyutunun aynı araçla ölçülmeye çalışılması öğrencilerin buradaki gelişiminin de farklı araçlarla değerlendirilebileceği düşüncesini açığa çıkarmıştır. Eğmir (2016) ve Sönmez'in (2016) görüşmelerle öğrencilerin duyuşsal gelişimlerini belirlemeye yönelik çalışmalarından hareketle bu çalışmada da benzer bir yolun izlenmesine karar verilmiştir.

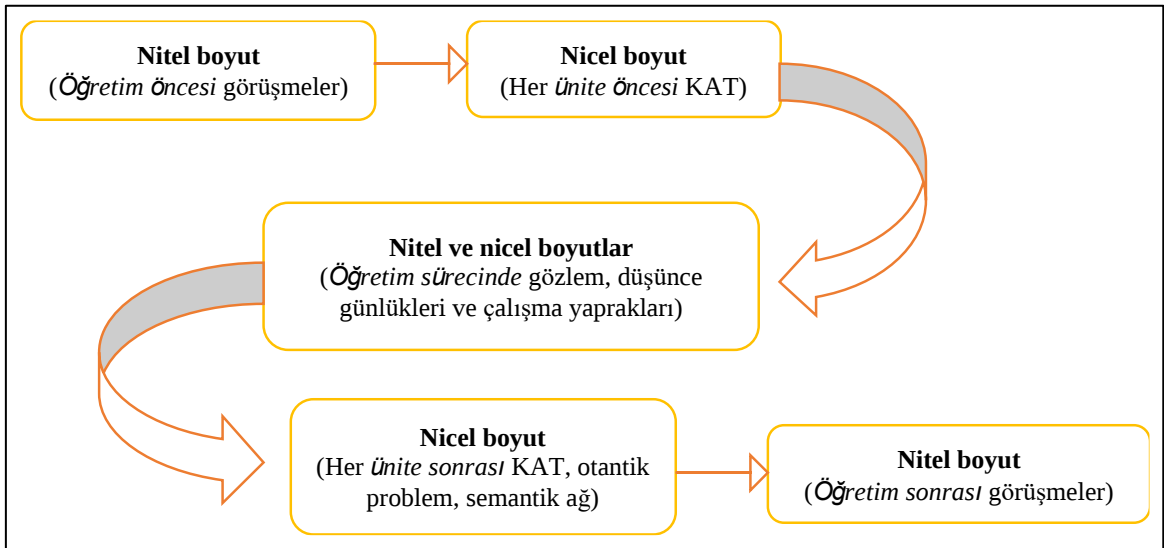
Eleştirel düşünme öğretim tasarımlarında sıklıkla kullanılan yöntemlerin argümantasyona, probleme ya da sorgulamaya dayalı yöntemler olduğu ve bu yöntemlerin de etkili sonuçlar alınmasını sağladığı tespit edilmiştir. Ancak, literatürde yer alan çalışmaları tekrar etmemek için bu çalışmada, eleştirel düşünme becerisi öğretiminde konu tabanlı yaklaşım kullanılmıştır. Uygulamanın yürütüldüğü şehirde yer alan ortaokullarda Düşünme Eğitimi dersinin seçmeli ders olarak seçilmemesi ve eleştirel düşünmenin her halükârda bir konu üzerine gerçekleşmesi sebepleriyle öğretimin zorunlu derslerden biri olan Fen Bilimleri dersinde yapılmasına karar verilmiştir. Fen Bilimleri öğretim programında eleştirel düşünmenin konuyla bütünleştirilerek geliştirilmesine yapılan örtük vurgu da konu tabanlı yaklaşımı öne çıkarmaktadır. Kökeni eleştirel düşünme yaklaşımlarından konu tabanlı yaklaşıma dayanan sonrasında tüm düşünme becerilerinin konunun içeriğiyle beraber öğretilebileceği düşüncesine evrilen DDÖ yaklaşımı, araştırmanın öğretim yöntemi olarak belirlenmiştir. DDÖ yaklaşımının ilk aşaması kazandırılması amaçlanan becerinin öğrencilere tanıtılmasını içermektedir. DDÖ yaklaşımının nispeten daha yeni bir yaklaşım olması beceriyi ve içeriği öğrenciye beraber sunması (Swartz, 2008), literatürdeki diğer yöntemlerden ayrılarak öğrencinin ilgili konuyu beceriyi kullanarak öğrenmesine fırsat vermektedir. Tüm bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda, eleştirel düşünme becerisinin öğretiminde konu tabanlı yaklaşıma dayanan DDÖ yaklaşımının kullanılmasının araştırma problemini çözüme ulaştırmada katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Son olarak literatürde, Paul vd. (1990) tarafından önerilen eleştirel düşünme stratejilerini kullanarak öğretim müdahalesi tasarlanırsa dahi öğretimin etkililiğinin değerlendirilmesinin disiplin bağımsız ölçme araçlarıyla yapıldığı belirlenmiştir. Öğrencilerin stratejiler bazında gelişimini incelemek amacıyla stratejilere dayalı etkinliklerin yer aldığı çalışma

kağıtlarının da veri toplama aracı olarak işe koşulmasının konu bağımlı değerlendirmenin yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülerek kullanılmasına karar verilmiştir. Literatürde yer alan çalışmaların daha önce vurgulamadığı ve eksik bıraktığı noktaların yine literatürdeki çalışmaların güçlü taraflarının sentezlenerek kullanılmasıyla belirlenen eksikliklerin giderilmesine çalışmıştır.



3. YÖNTEM

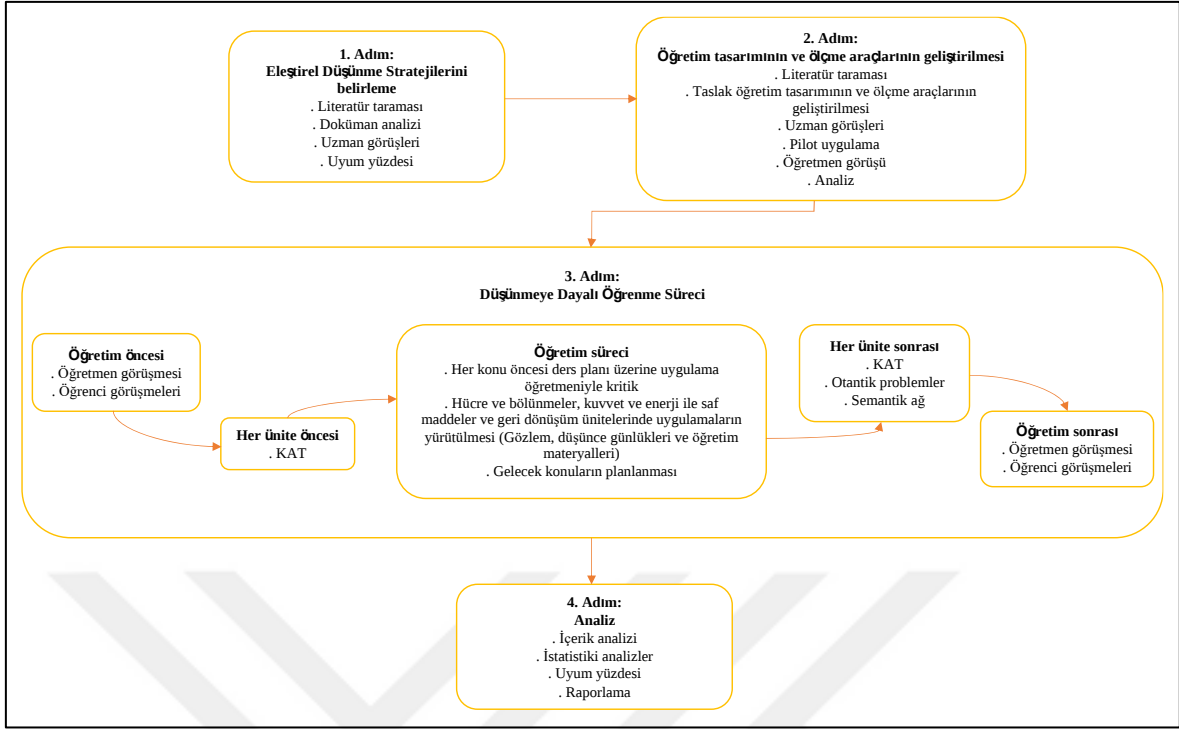
Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelenmesinin hedeflendiği bu araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmalarında temel amaç nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanılarak araştırma probleminin daha detaylı şekilde açıklanmasıdır (Creswell & Plano-Clark, 2015). Araştırma problemine cevap aramada çoklu yaklaşımların kullanılmasına olanak sağlayan kapsamlı ve tamamlayıcı bir araştırma biçimi olan karma yöntem, araştırmacının tercihlerini sınırlamayıp geniş bir bakış açısı sunar. Bu araştırmada, Paul vd. (1990) tarafından ifade edilen eleştirel düşünme stratejilerinin yedinci sınıf öğrencilerine kazandırılması amacıyla DDÖ yaklaşımı kullanılmıştır. DDÖ yaklaşımının aşamalarına entegre edilen eleştirel düşünme stratejilerine dayalı fen etkinlikleri ile öğrencilerin eleştirel düşünme gelişimleri, nitel ve nicel veri elde edilmesini sağlayan çoklu veri toplama araçlarıyla araştırılmıştır (Araştırmada kullanılan yöntemin akışı Şekil 3'te yer almaktadır). Bu şekilde, çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerini ardışık ya da iç içe şekilde kullanarak, bir yöntemin zayıf yönünü diğer yöntemin güçlü yönüyle telafi edilmeye çalışılmıştır. Böylece tek bir yöntemin sağlayabileceği anlayış ve bilgiden daha fazlasının açığa çıkmasını sağlayarak derinlemesine bilgi topluluğu elde edilmiştir. Kullanılan nitel ve nicel yöntemler, araştırma probleminin açıklanmasında daha güçlü kanıtların elde edilmesine imkan tanımıştır (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).



Şekil 3. Karma yöntem akış şeması

Eleştirel düşünme stratejilerini içeren öğretim tasarımının fen bilimleri dersine etkisinin araştırıldığı bu çalışmanın deseni, geliştirilmiş karma yöntem desenlerinden iç içe (müdahale) desenidir. Bu desen türünde, bir deney ya da müdahaleyi içeren nicel araştırma sürecine nitel veriler de dahil edilerek araştırma problemine cevap aranmaktadır (Creswell & Plano-Clark, 2015; Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Bu araştırma DDÖ yaklaşımının etkililiğinin test edildiği bir deneysel müdahale içermektedir. DDÖ yaklaşımıyla yürütülen öğretim sürecinden elde edilen verileri detaylandırmak ve desteklemek amacıyla uygulama öncesi, sırası ve sonrasında nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Çalışmada, yedinci sınıf düzeyinde “Hücre ve Bölünmeler”, “Kuvvet ve Enerji” ve “Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm” ünitelerine uygun eleştirel düşünme stratejileri doküman analizi yöntemiyle belirlenmiştir. Bu stratejiler kullanılarak geliştirilen öğretim müdahalesinin etkililiği ön-son test / deney-kontrol grupları kullanılarak araştırılmıştır. Öğretimin gerçekleştirildiği ünitelere yönelik yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamaları ve grupların birbirinden farkları ön ve son testlerle, duyuşsal becerilerindeki gelişim/değişim grupların karşılaştırılması ile belirlenirken, gözlem formu aracılığıyla stratejilerin öğretim süreci içinde açığa çıkma durumları incelenmiştir. Öğrencilerin öğretim materyallerine ve otantik problemlere verdikleri cevaplar ve semantik ağ çizimleri belirlenen kategorilendirme düzeyleri üzerinden incelenmiş olup kavramsal anlamaya yönelik elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutu ise öğrencilerin ön ve son görüşmelerdeki cevapları, geliştirilen öğretimin fen dersindeki davranışlarına etkisi ve öğretim etkililiği özelinde yorumlanmıştır. Ayrıca, uygulama öğretmeninin sürece yönelik görüşleri sayesinde sürecin etkililiğine ve öğrencilerin gelişimlerine yönelik nitelikli açıklamalara ulaşılmıştır. Çalışmanın akış şeması Şekil 4’te yer almaktadır.



Şekil 4. Çalışmanın akış şeması

Elde edilen bulguların üçgenlemesi ve derinlemesine analizi sayesinde olası veri kayıplarının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Araştırmadaki öğretim müdahalesi ve veri toplama süreci, Covid-19 pandemisi sonrası okula dönüş yılı olan 2021-2022 eğitim-öğretim yılında bakanlığın ve okul yönetiminin tedbirleri doğrultusunda yüz yüze yürütülmüştür.

3. 1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma gruplarını (deney – kontrol) Trabzon ili Akçaabat ilçesinde yer alan bir ortaokulda eğitim-öğretime devam eden ve benzer sosyo-ekonomik koşullara sahip yedinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Deney grubunda 23 öğrenci (10 kız, 13 erkek), kontrol grubunda ise 26 öğrenci (10 kız, 16 erkek) bulunmaktadır. Öğretim müdahalesi devam ederken deney grubundan iki öğrenci ayrılırken, bir öğrenci de bu sınıfa nakil olmuştur. Bu öğrenciler öğretim sürecinin tamamına katılmadıkları için onlardan toplanan veriler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Uygulama öğretmeni 10 yıllık deneyime sahiptir ve alanında tezli yüksek lisans mezunudur. Öğretmen, her iki grubun fen bilimleri dersini yürütmekte olup aynı zamanda kontrol grubunun sınıf rehber öğretmenidir. Uygulama öğretmeniyle öğretim sürecini nasıl yürüteceği ve yeni bir yaklaşımı uygulamaya yönelik istekliliği ile ilgili ön görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede öğretmene eleştirel düşünme stratejileri, DDÖ yaklaşımı ve öğretim sürecinde beklenen öğretmen davranışlarıyla ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Uygulama öğretmeni, sınıflarında ifade edilen düşünme stratejilerini uygulamadığını, çoğunlukla konu anlatımı ve soru çözme şeklinde bir süreç

takip ettiğini ifade etmiştir. Ayrıca, kendi öğretim stili beklenen şekilde olmasa bile yeni bir yaklaşımı sınıfında uygulamaya istekli olduğunu belirtmiştir.

3. 2. Eleştirel Düşünme Stratejilerinin Belirlenmesi

Araştırmada, yedinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde eleştirel düşünme becerisini geliştirmek için Paul vd.'nin (1990) 'Eleştirel Düşünme Stratejileri' kullanılmıştır. Bu doğrultuda, yedinci sınıf düzeyine uygun stratejilerin belirlenmesi amacıyla öncelikle eleştirel düşünme stratejilerinin gösterge davranışları tespit edilerek bu stratejilerin öğrencilerde davranış olarak nasıl açığa çıkacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, literatür taraması yapılarak stratejileri kullanan (Akınoğlu, 2001; Şahinel, 2001) ve stratejileri açıklayan (Paul & Elder, 2005; Paul vd., 1990) çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Paul vd.'nin (1990) önerdiği 35 stratejinin 33'üne ilgili literatürden yararlanılarak gösterge davranışlar yazılmıştır. Gösterge davranış yazılmayan stratejilerden birisi olan 4 numaralı strateji duygu ve düşünce arasındaki ilişkinin anlaşılması üzerine olup, bu stratejinin fen bağlamıyla ilişkisi kurulamamıştır. Diğer bir strateji olan 20 numaralı stratejisi ise eylemleri ve politikaları analiz etme ve değerlendirme ile ilişkili olup politik kararları yorumlarken öğrencilerin yanlış anlamaları ihtimali üzerinde durularak bu stratejiye gösterge davranış belirlenmemesine karar verilmiştir. Gösterge davranış yazılan stratejilerden birisi olan *"Bağımsız düşünme: Bireyin kendi kendine düşünebilmesi; diğer inançları pasif şekilde kabul etmeme"* stratejisine (i) başkalarının düşüncelerini pasifçe kabul etmekten kaçınma, (ii) başkalarının makul önerilerine olumlu yanıt verme, (iii) kendi düşüncelerini izleme ve hatalı düşünceleri değiştirme, (iv) karar almada aktif olma ve (v) kendi düşünce, inanç ve değerleri için sorumluluk alma, gösterge davranışları literatürden faydalanılarak yazılmıştır (Ek 1).

İkinci adımda, MEB tarafından 2016 yılında seçmeli ders olarak sunulan 'Düşünme Eğitimi' dersi öğretim programı incelenmiştir. Öğretim programı, eleştirel düşünme becerilerinin yanı sıra yaratıcı düşünme, analitik düşünme, yansıtıcı düşünme gibi farklı düşünme becerilerine yönelik kazanımları içermektedir. Ayrıca öğretim programı belirli bir konu alanı bağlamında hazırlanmamış olup, disiplinler arası bir nitelik taşıdığı vurgulanmaktadır. Düşünme eğitimi dersi, ortaokul yedinci ve sekizinci sınıf düzeylerinde seçmeli ders olarak sunulmuştur ve bu sınıf düzeylerine uygun kazanımlar içermektedir. Çalışma grubunu yedinci sınıf öğrencileri oluşturduğu için sadece yedinci sınıf kazanımları irdelenmiştir. Düşünme eğitimi dersi öğretim programı iki fen bilgisi eğitimi uzmanı tarafından ayrı ayrı incelenerek öğretim programında eleştirel düşünme becerisine yönelik 19 eleştirel düşünme kazanımı belirlenmiştir. Bu kazanımların 15'i bilişsel boyutla ilişkili iken dördü duyuşsal boyutla örtüşmektedir (Ek 2). Öğretim programını analiz eden değerlendiriciler arası uyum katsayısı %67,85 olarak hesaplanmıştır.

Üçüncü adımda, düşünme eğitimi ders programından seçilen kazanımlarla gösterge davranış yazılan 33 eleştirel düşünme stratejisi üç fen bilgisi eğitimi uzmanı tarafından eşleştirilmiştir. Üç

uzman farklı zamanlarda kazanımlarla stratejileri ilişkilendirmiş olup daha sonra bir araya gelerek eşleştirmelerini karşılaştırarak ortak bir liste oluşturmuşlardır. Bu doğrultuda, yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel seviyelerine uygun 7 duyuşsal, 16 bilişsel olmak üzere toplam 23 strateji elde edilmiştir (Ek 3). Örneğin, ‘7.4.5. Bir bütünü benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflar’ kazanımı, S29 (Önemli benzerliklere ve farklılıklara dikkat etme) ve S31 (İlgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme) stratejileri ile eşleştirilmiştir.

Dördüncü ve son adımda ise, fen bilimleri öğretim programından seçilen ünitelerin (Hücre ve Bölünmeler, Kuvvet ve Enerji, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm) kazanımları incelerken indirgenen stratejilerle eşleştirilmiştir. İki fen eğitimcisi tarafından yapılan bu işlem sonucunda, ünitelerle uyumlu 10 bilişsel strateji belirlenmiştir. Duyuşsal stratejilere karar vermek için ise fen bilimleri öğretim programının özel amaçları incelenmiştir. 10 özel amaçtan beşi duyuşsal stratejilerle ilişkilendirilerek araştırmada kullanılmak üzere dört stratejiye karar verilmiştir. Örnek bir eşleştirme Tablo 6’da, araştırmada kullanılacak stratejiler Şekil 5’te yer almaktadır.

Tablo 6. Kazanım-Strateji Eşleştirme Örnekleri

Kazanım Örnekleri	Eleştirel Düşünme Stratejisi
F.7.3.1.1. Kütleye etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır. a. Ağırlığın bir kuvvet olduğu vurgulanır. b. Dinamometre kullanılarak ağırlık ölçümü yaptırılır.	⇒ S14. Sözcüklerin veya söz öbeklerinin açık hale getirilmesi
F.7.3.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	⇒ S15. Değerlendirme için ölçüt geliştirme S29. Önemli benzerliklere ve farklılıklara dikkat etme / önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme
9. Sosyo-bilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek.	⇒ S1. Bağımsız düşünme: Bireyin kendi kendine düşünebilmesi; diğer inançları pasif şekilde kabul etmeme S6. Zihinsel (sorgulama) cesareti geliştirme S9. Düşünme becerisine güven duyma

Tablo 6’ya bakıldığında, kütleye yer çekimi kuvvetinin etkisine yönelik kazanımda ağırlığın adlandırılması kavramın açık hale getirilmesi stratejisi ile kütle ve ağırlık kavramlarının karşılaştırılması kazanımı ise değerlendirme için ölçüt geliştirme ve önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme stratejileri ile ilişkilendirilmiştir. Öğretim programının ulaşılması hedeflenen becerilerinden olan muhakeme, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri ise duyuşsal stratejilerle eşleştirilmiştir. Bu hedefin ilişkilendirildiği stratejiler bağımsız düşünme, sorgulama cesareti geliştirme ve düşünme becerisine güven duymadır.

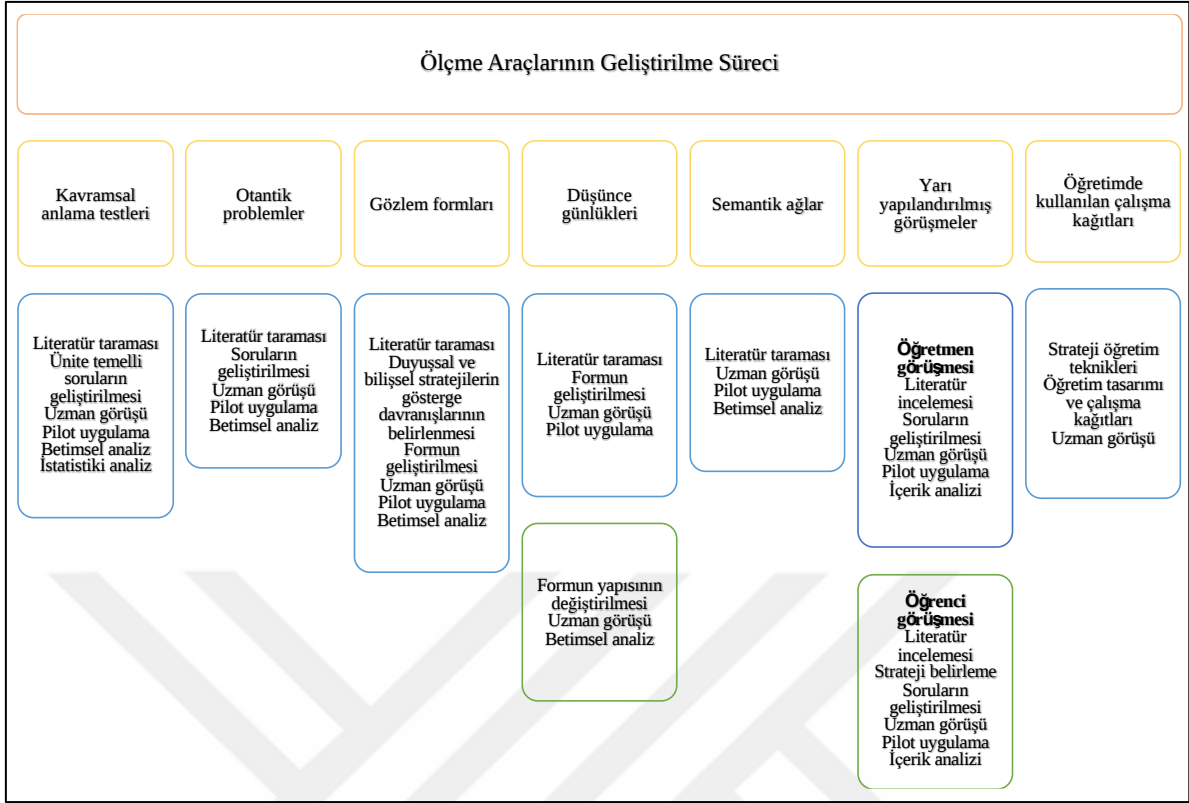
<i>Duyuşsal Stratejiler</i>
S1. Bağımsız düşünme: Bireyin kendi kendine düşünebilmesi; diğer inançları pasif şekilde kabul etmeme
S6. Zihinsel (sorgulama) cesareti geliştirme
S8. Zihinsel (düşünme) azmi geliştirme
S9. Düşünme becerisine güven duyma
<i>Bilişsel Stratejiler</i>
S11. Öğrendiklerini transfer etme / Benzer durumları karşılaştırma: içgörülerini yeni bağlamlara transfer etme
S12. Görüş geliştirme / Bireyin bakış açısını geliştirme: inançları, görüşleri veya kuramları yaratma ya da keşfetme
S14. Sözcüklerin veya söz öbeklerinin açık hale getirilmesi ve analiz edilmesi
S15. Değerlendirme için ölçüt geliştirme
S16. Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini değerlendirme
S24. Sokratik tartışmayı uygulama: inançları, kuramları ve görüşlerini açık hale getirme ve sorgulama
S29. Önemli benzerliklere ve farklılıklara dikkat etme / önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme
S31. İlgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme
S32. Akılcı çıkarımlar, kestirmeler veya yorumlar oluşturma
S35. Doğurguları ve sonuçları keşfetme

Şekil 5. Araştırmada kullanılan eleştirel düşünme stratejileri

Şekil 5’te görüldüğü üzere, araştırmada dördü duyuşsal, 10’u bilişsel olmak üzere toplam 14 eleştirel düşünme stratejisi kullanılmıştır. Bilişsel stratejilerden altısı makro beceriler (S11, S12, S14, S15, S16, S24) iken dördü mikro becerilerdir (S29, S31, S32, S35).

3. 3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi (KAT), otantik problemler, gözlem formları, düşünce günlükleri, semantik ağlar, öğretimde kullanılan çalışma kağıtları ile yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Ayrıca, öğretmen ve öğrencilerle yürütülen görüşmelerde veri kaybını önlemek amacıyla ses kaydı alınmıştır. Ancak, okul müdürü ve uygulama öğretmeni onay vermediği için öğretim sürecinde video kaydı alınamamıştır. Kullanılan veri toplama araçlarının geliştirilme süreci Şekil 6’da yer almaktadır.



Şekil 6. Veri toplama araçlarının geliştirilme süreci

Şekil 6’da araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının her birinin geliştirilme süreçleri yer almaktadır. Kullanılan her veri toplama aracına yönelik öncelikle literatür taraması yapılmış, daha sonra ilgili araç geliştirildikten sonra uzman görüşüne sunulmuştur. Araçlardan elde edilen veriler betimsel analize tabi tutulurken kavramsal anlama testlerinden elde edilen bulgulara ayrıca istatistikî analiz uygulanmıştır. Veri toplama araçlarının duyuşsal ve bilişsel becerileri içerm durumları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Veri Toplama Araçlarının Bilişsel ve Duyuşsal Stratejileri İçerme Durumları

Çalışmada kullanılan veri toplama araçları	Bilişsel	Duyuşsal
KAT	X	X
Otantik problemler	X	
Gözlem formları	X	X
Düşünce günlükleri		X
Semantik ağlar	X	
Yarı yapılandırılmış görüşmeler (öğrenci)	X	X
Öğretimde kullanılan çalışma kağıtları	X	

Tablo 7’de görüldüğü üzere, KAT, gözlem formları ve öğrencilerle yürütülen yarı yapılandırılmış görüşme soruları öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal stratejileri kazanma

durumlarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Otantik problemler, semantik ağlar ve çalışma kağıtları sadece bilişsel, düşünce günlükleri ise sadece duyuşsal stratejileri içermektedir.

3. 3. 1. Kavramsal Anlama Testi (KAT)

KAT, eleştirel düşünme stratejileriyle zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisini belirlemek amacıyla araştırmanın yürütüldüğü ünitelere (Hücre ve Bölünmeler, Kuvvet ve Enerji, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm) özgü geliştirilmiştir. Fen bilimleri öğretim programından seçilen ünitelerin kazanımlarına yönelik sorular oluşturulmuştur. Sorular hazırlanırken literatürdeki kavramsal anlama testleri, PISA ve TIMSS soruları incelenmiştir. Ünite bazlı belirtke tabloları oluşturularak her kazanım ya da konuya karşılık gelen üç yapı elde edilmiştir (Belirtke tablosu Ek 4’te sunulmuştur). Geliştirilen üç test, üç farklı alan uzmanının (biyoloji, fizik ve kimya alanlarında öğretim üyeleri) ve bir fen bilimleri öğretmenin görüşüne sunulmuştur. Bununla birlikte, yürütülen pilot uygulamalarda da öğretimi gerçekleştiren öğretmenin KAT’larla ilgili görüşleri alınmıştır. Alınan dönütlerden sonra KAT’ların son hali verilmiştir. Her bir ünite için KAT’ların son hali Ek 5’te verilmiştir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm testi sekiz, Hücre ve Bölünmeler ile Kuvvet ve Enerji testleri altı sorudan oluşmaktadır. Bu soruların bir kısmı iki aşamalıyken daha karmaşık düşünmeyi ya da kavramları içeren açık uçlu sorular da bulunmaktadır. İki aşamalı soruların ilk aşamasında öğrencilerden seçeneklerden birini seçerek ikinci aşamada bu seçeneğin sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Açık uçlu sorularda ise, öğrenciler cevabını kolay tahmin edemeyeceği soruları kendi cümleleriyle açıklamaya çalışmışlardır. İki aşamalı ve açık uçlu soru örneği Şekil 7’de verilmiştir.

<u>İki aşamalı soru örneği</u>	<u>Açık uçlu soru örneği</u>
1. Fen Bilimleri dersinde grup olarak maddenin tanecikli yapısına yönelik çizdiğiniz çizimler aşağıdadır. Ahmet  Burcu  Cemil  Dilay  Sizin çiziminiz  a) Çizimlerden hangisi ya da hangileri elemente aittir? Cevabım _____ Bu cevabı vermemin sebebi; _____ _____ _____	İnisi sırasında yaklaşık 250 km hıza sahip olan bir uçak, çok kısa pistlerde bile güvenli bir şekilde durabilmektedir. Bunun bir nedeni yüksek sıcaklıklara dayanabilen çok güçlü fren sistemleri iken diğer nedeni uçağın kanatlarında açılıp-kapanabilen parçalardır. Bu bilgiyi nasıl yorumlarsınız? _____ _____ _____ _____ _____

Şekil 7. KAT’ta yer alan soru örnekleri

KAT’ta yer alan her sorunun sonunda öğrencilerin kendilerini değerlendirmesi amacıyla 5’li değerlendirme yapısı kullanılmıştır. İlk soruda, öğrencilerin problemi cevaplamaya yönelik yeterli süreyi ayırıp ayırmadıkları, ikinci soruda ise verdikleri cevaplardan ne kadar emin olduklarını

işaretlemeleri istenmiştir. Bu sayede, öğrencilerin kendi düşüncelerini gözden geçirerek cevaplarına yönelik yansıtma yapmaları amaçlanmıştır. Ayrıca, bu ifadeler çalışmada geliştirilmesi hedeflenen duyuşsal stratejilerden ikisidir (S8 ve S9). Öğrenciler, burada yer alan ifadeler için soruyu cevaplama durumlarına göre 1’den 5’e kadar olan seçeneklerden birisini işaretlemiştir. Örnek bir form Şekil 8’de sunulmuştur.

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Şekil 8. KAT’ın duyuşsal boyutu

KAT’lar ilgili üniteye başlanmadan bir hafta önce ve ilgili ünite bittikten bir hafta sonra iki ders saati (yaklaşık 80 dakika) süresince hem deney hem de kontrol grubu öğrencileri tarafından cevaplanmıştır.

3. 3. 2. Otantik Problemler

Yedinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme stratejileriyle zenginleştirilmiş fen bilimleri dersindeki edinimlerini farklı bağlamlarda kullanabilme durumlarını değerlendirmek amacıyla otantik problemler geliştirilmiştir. Öğrencinin bir problem üzerine düşünüp sunulan verileri değerlendirerek çıkarımlarla beraber sonuca ulaşması ve bu süreçte çaba göstermesi eleştirel düşünebildiğine işaret etmektedir (Ennis, 1991). Problemlerin oluşturulmasında, araştırmanın yürütüldüğü ünitelerin konuları dikkate alınmıştır. Konuların kazanımlarından en az ikisini içerecek şekilde öğrencilerin bir anda çözemeyecekleri üzerine düşünceleri gereken sorular geliştirilmeye çalışılmıştır. Hücre ve Bölünmeler ünitesi için iki, diğer üniteler için üçer otantik problem hazırlanmış ve hazırlanan sorular üç farklı alan uzmanının (biyoloji, fizik ve kimya alanlarında öğretim üyeleri) ve bir fen bilimleri öğretmeninin görüşüne sunulmuştur. Pilot uygulama sırasında uygulama öğretmenlerinin de problemlerle ilgili görüşleri alınmıştır. Uzmanların ve fen bilimleri öğretmenin görüşlerinden sonra problemlere son hali verilmiştir. Otantik problemlerin son hali Ek 6’da verilmiştir. Araştırmada kullanılan otantik soru örneği Şekil 9’da sunulmuştur.

Bir şehrin yöneticisi olduğunuzu hayal edin. Şehrinizde çöp sorunu ortaya çıktı. İncelemeler yaptığınızda evsel atık sayısının hayli fazla olduğu ve bu atık türünün geri dönüşümüne yeterli önem verilmediği sonucuna vardınız.

Evsel atıkların geri dönüşümüne destek vermelerini sağlamak için halkınıza nasıl bir proje sunarsınız?

Şekil 9. Saf maddeler ve geri dönüşüm ünitesinde kullanılan otantik problem örneği

Otantik problemler, ilgili olduğu ünitenin bitişini takip eden sonraki ders saatinde (yaklaşık 40 dakika) uygulama ve kontrol grubu öğrencileri tarafından cevaplanmıştır.

3. 3. 3. Gözlem Formları

Yedinci sınıf öğrencilerinin öğretim süreci içerisindeki davranışlarını izlemek amacıyla biri duyuşsal diğeri bilişsel stratejilere yönelik olmak üzere iki gözlem formu kullanılmıştır. Gözlem formları yapılandırılmış olup öğrencilerin davranışları gösterme durumları işaretlenerek gözlem notları tutulmuştur (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Duyuşsal ve bilişsel stratejiler için belirlenmiş gösterge davranışlar gözlem maddesi ifade edilmiştir. Öğrencinin davranışı sınıf içinde öğretmeniyle, arkadaşıyla gösterdiği tespit edildiğinde forma bir frekans olarak işaretlenmiştir. Gözlem formlarının son halleri Ek 7’de verilmiştir. Örnek gözlem formu Şekil 10’da sunulmuştur.

Gösterge Davranışlar-Duyuşsal Stratejiler	
S1. Arkadaşlarının fikirlerini sorgulama	
S1. Öğretmenin fikirlerini sorgulama	
S1. Makul önerileri kabul etme	
S1. Kendi düşüncesini veriler ışığında değiştirme	
S1. Düşüncelerinin sorumluluğunu alma	
S6. Popüler görüşleri sorgulama	
S6. Bulunduğu sosyal grubun düşüncelerini sorgulama	
S6. Makul muhalif görüşleri ifade etme	
S8. Zorlu ve karmaşık durumlarda pes etmeme	
S8. Karmaşık problemi alt problemlere ayırma	
Gösterge Davranışlar-Bilişsel Stratejiler	
S11. Konuda edindiği bilgileri uygun yeni durumlara transfer etme	
S11. Konuya yönelik farklı görüşleri değerlendirerek alternatif yollar bulma	
S11. Kendi yaşamındaki deneyimleri konuyla ilişkilendirme	
S12. Bir problem için öne sürülen çözümde başka yolları öne sürme	
S12. Konuyla ilgili kendi yaşamından örnekler verme	
S12. Bir duruma yönelik ileri sürülen görüşlere tarafsız olma	
S12. Bir durumla ilgili kendi görüşünü analiz edebilme	
S12. Bir duruma yönelik ileri sürülen görüşlerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleme	
S14. Konudaki kavramları doğru tanımlama	
S14. Konudaki kavramlarla ilgili doğru örnekler verme	
S15. Konuyla ilgili değerlendirilecek durumu tanımlama	

Şekil 10. Gözlem formlarından kesit

Duyuşsal stratejilerin yer aldığı gözlem formunda dört stratejiye yönelik 17 madde bulunurken bilişsel stratejileri içeren gözlem formu 10 stratejiye yönelik 30 madde içermektedir. Her strateji farklı sayıda gösterge davranış içerdiği için formlarda da stratejilere yönelik madde sayısı farklılık göstermektedir.

Formların kodlamaları öğretim süreci boyunca sınıf gözlemi olarak yürütülmüştür. Sınıf içerisinde öğrencilerin gösterdiği her bir davranış kodlanmış ve gözlem notları tutulmuştur. Karar verilemeyen durumlar için ders sonunda uygulama öğretmeniyle istişare yapılmış ve gerçekleştirilen davranış değerlendirilerek son karar verilmiştir.

3. 3. 4. Düşünce Günlükleri

Yedinci sınıf öğrencilerinin öğretim müdahalesi süresince geçirmiş oldukları düşünme süreçlerine yönelik kendilerini değerlendirmeleri amacıyla düşünce günlükleri kullanılmıştır. Düşünce günlükleri aracılığıyla öğrenci, düşüncesi ve eylemleri hakkında düşünerek kendisiyle bir konuşma gerçekleştirir (Bakkaloğlu & Toptaş, 2022; Selçioğlu-Demirsöz, 2014). Öğrencinin yaşantısına uygun verilen anahtar kelimeler ya da cümleler, onun içsel diyalog kurmasına ve düşüncelerini yansıtmaya olanak tanır (Bartlett, Burton, & Buckley, 2005; Zittoun, 2022). Bu sebeple araştırmada kullanılan günlükler eleştirel düşünme stratejilerinin geliştirilmesi hedeflenen ve öğretmen tarafından sınıf içerisinde desteklenen duyuşsal becerilerine yönelik hazırlanmıştır. Seçilen ünitelerin kazanımları ile uyumlu olarak belirlenen S1, S6, S8 ve S9 stratejilerinin gösterge davranışlarından yola çıkılarak maddeler yazılmıştır. Her maddeye iki madde yazılmış olup, tüm günlük sekiz madde içermektedir (Ek 8). Öğrencilerin görüşlerini açık uçlu sorularla belirlemenin uzun süreli uygulamalarda onları sıkacağı ve veri kaybına sebep olacağı düşünüldüğü için günlükler 5'li puanlama anahtarı şeklinde tasarlanmıştır. Öğrenciler günlük maddesini gerçekleştirme durumuna göre 1'den (en az) 5'e (en çok) kadar kendilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmada kullanılan örnek düşünce günlüğü formu Şekil 11'de sunulmuştur.

Evsel atıklar ve geri dönüşüm konusu boyunca aşağıdaki maddeleri yapma durumuna 1'den 5'e kadar puan vermelisin (1 en az; 5 en çok).					
Günlük Maddeleri	1	2	3	4	5
Bu konu boyunca sıra arkadaşımın düşüncelerini sorguladım.					
Konu ile ilgili yanlış düşüncelerimi değiştirdim.					
Grup çalışmasında kendi düşüncelerimi ifade ettim.					
Grup çalışması sırasında arkadaşlarımda düşüncelerini değerlendirdim.					
Karmaşık bir problemi/sorunu çözerken gereken çabayı gösterdim.					
Karmaşık bir problemi/sorunu daha küçük problemlere ayırarak çözdüm.					
Bir soruna çözüm üretirken duygularımın kararlarımı etkilemesine izin vermedim.					
Arkadaşlarımda sorulara verdikleri cevapların güçlü veya zayıf yönlerini ayırt ettim.					

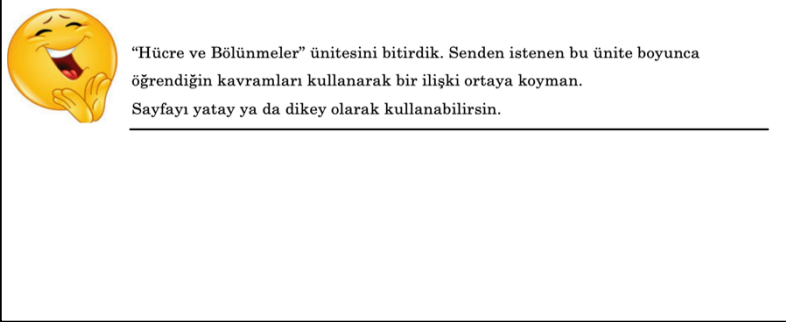
Şekil 11. Düşünce günlüğü örneği

Düşünce günlükleri, konunun bittiği her dersin sonunda o konuya / derse yönelik kendilerini değerlendirmeleri amacıyla hem uygulama grubu hem de kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Hücre ve Bölünmeler ünitesi dört, Kuvvet ve Enerji ünitesi üç ve Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi beş konuya sahiptir. Öğrenciler toplamda 12 günlük cevaplamışlardır. Öğrencilerin günlükleri

cevaplandırması yaklaşık 7-8 dakika sürmüştür. Günlüklerin son hallerine ait tam metinler EK 8’de sunulmuştur.

3. 3. 5. Semantik Ağlar

Semantik ağlar, öğrencilerin ilgili ünitenin kavramlarıyla/kelimeleriyle nasıl düşündüklerini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Bir disipline/üniteye yönelik kavramlar birbiriyle ilişkilidir ve bu ilişki bir ağa benzer (Nosich, 2018). Öğrencilerin ünitelere özgü hazırladıkları semantik ağlarla, ünitenin temel ve güçlü kavramlarını belirleme durumları ve kavramlar arasında ilişki kurma düzeyleri ile ünitenin tamamına yönelik algıları ortaya çıkarılmış, varsa yanlış ilişkileri tespit edilmiştir. Böylece öğrencilerin ünitenin kavramlarını anlama durumları ve eleştirel düşünme kapasiteleri değerlendirilmiştir (Lim vd., 2003). Bu bağlamda, deney grubunda yer alan öğrencilere her ünite sonunda semantik ağ çizimleri için kâğıt dağıtılmıştır. Öğrencilere dağıtılan örnek bir semantik ağ formu Şekil 12’de sunulmuştur.



“Hücre ve Bölünmeler” ünitesini bitirdik. Senden istenen bu ünite boyunca öğrendiğin kavramları kullanarak bir ilişki ortaya koymak.
Sayfayı yatay ya da dikey olarak kullanabilirsin.

Şekil 12. Semantik ağ örneği

İlk ünite olan Hücre ve Bölünmeler ünitesinden önce öğrencilerle bir alıştırma etkinliği yapılmıştır. Bir önceki ünite olan Güneş Sistemi ve Ötesi ünitesine yönelik uygulama öğretmeni öğrencilerle birlikte tahtaya bir semantik ağ çizerek ağın nasıl hazırlanması gerektiğini anlatmıştır. Öğretim müdahalesinin yürütüldüğü ünitelere yönelik semantik ağlar öğrenciler tarafından çizilmiş olup, bu etkinlik için öğrencilere yaklaşık bir ders saati (40 dakika) verilmiştir.

3. 3. 6. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Araştırmanın uygulama süreci öncesinde ve sonrasında hem seçilen öğrencilerle hem de uygulama öğretmeniyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yürütülmüştür. Görüşmeler sırasında veri kaybını önlemek adına öğrenci ailelerinin onamları ve uygulama öğretmenin izni doğrultusunda ses kaydı alınmıştır.

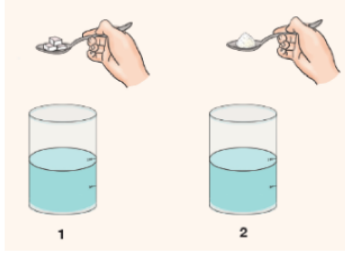
Öğrencilerle yürütülen görüşmelerdeki sorular stratejilerin duyuşsal becerileri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Soruların hazırlanmasında literatürdeki örnek çalışmalar (örneğin, Eğmir, 2016; Sönmez, 2016) incelenerek öğrencilerin duyuşsal stratejilerindeki gelişimlerini tespit etmeye yönelik soru formatları incelenmiştir. Görüşme soruları ünitelere yönelik olmayıp öğretim sürecinin öğrencilerin davranışlarını nasıl etkilediği ve öğretim sürecinin etkililiği belirlenmeye çalışılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler 10 öğrenciyle yürütülmüş olup, her öğrenci için yaklaşık 15-20 dakika sürmüştür. Görüşmenin yürütüldüğü 10 öğrenci belirlenirken uygulama öğretmeninin ve sınıf rehber öğretmeninin görüşüne başvurulmuştur. Öğretmenler, sınıf içerisinde kendisini rahat ifade edebilen ve edemeyen öğrencileri sıralamışlardır. Öğretmenlerin sıralamalarında uyumlu olan öğrenciler görüşmelere katılmışlardır. Araştırmada kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme soruları Ek 9'da verilmiştir.

Uygulama öğretmeniyle yürütülen yarı yapılandırılmış görüşmeler öğretmenin eleştirel düşünmeye yaklaşımı, yedinci sınıf düzeyinde eleştirel düşünme ve etkinliklerine yer verme durumu, eleştirel düşünme öğretiminde karşılaştığı zorluklar üzerinde durulmuştur. Literatürde, eleştirel düşünmeye yönelik öğretmenlerle yürütülen çalışmalar (örneğin, Kanik, 2010; Stanley, 2017) incelenmiştir. Bu sorular, fen bilimleri dersi bağlamında soruların hazırlanmasında örnek olmuştur. Uygulama öncesi görüşmede, uygulama öğretmenin sınıfında kullandığı öğretim stratejileri, eleştirel düşünmeye yönelik kavramsal bilgisi ve sınıf içinde kullanma durumuyla ilgili sorulara cevap aranmıştır. Uygulama sonrası görüşmede ise, öğretmenin eleştirel düşünmeye bakış açısındaki değişime, yürütülen öğretim uygulamasının etkililiğine ve hem eleştirel düşünmeye hem de kavramsal anlamaya katkısına yönelik sorular yer almaktadır. Uygulama öğretmeniyle gerçekleştirilen görüşmeler yaklaşık 30 dakika sürmüş olup öğretmene yöneltilen sorular Ek 10'da sunulmuştur.

3. 3. 7. Öğretimde Kullanılan Çalışma Kağıtları

Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş öğretim müdahalesi süresince öğrencilerin cevapladıkları çalışma kağıtları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Öğretim materyalleri öğrencilerin hem bireysel hem de arkadaşlarıyla birlikte tartışarak cevaplayabilecekleri etkinlikler içermektedir. İlgili kazanımla ilişkili olan stratejilere yönelik geliştirilen etkinlikler öğrencilere çalışma kağıtlarında sunulmuştur. Veri toplama aracı olarak kullanılan materyaller ders sonlarında öğrencilerden toplanmıştır. Grup ödevi olarak yapılan ve sınıf panosuna asılan materyaller de fotoğraflanarak kaydedilmiştir. Her ders sonunda uygulama öğretmenin süreçle ilgili düşünceleri alınmış ve sonraki dersler için ihtiyaç duyulan düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin; çalışma Covid-19 pandemisi sonrası okulların açıldığı ilk eğitim-öğretim yılında yürütülmüştür. 1,5 yıl kadar okuldan uzak kalan öğrencilerin büyük çoğunluğunun yazma isteğinin oldukça az olduğu hem araştırmacı hem de uygulama öğretmeni tarafından gözlenmiştir. Bu sebeple, öğrencileri yazmaya motive etmek

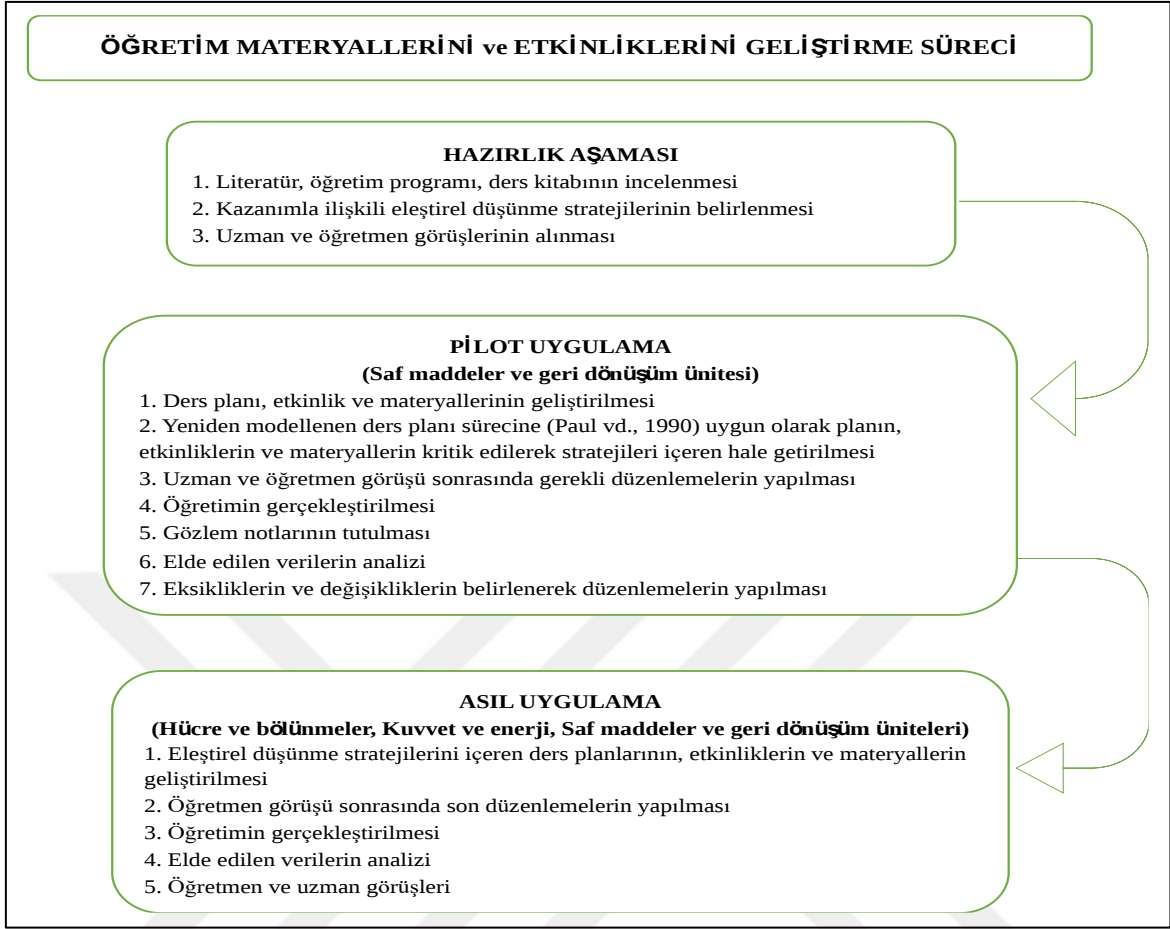
ve sıkılmalarını önlemek amacıyla çalışma kağıtlarındaki etkinlik sayıları azaltılmıştır. Örnek bir çalışma kağıdı aşağıda verilmiştir.

Aşağıda size üç farklı durum verilecektir. Her durumu kendi içerisinde düşünmeniz ve soruları cevaplamanız gerekmektedir. Daha sonra yapılan deneyi gözlemleyip cevabınızı tekrar gözden geçirmeniz istenmektedir.	
I. durum: Kahvaltı sırasında kardeşiniz kendi çayına attığı 1 küp şekerin sizin çayınıza attığınız 1 kaşık toz şekerden daha hızlı çözündüğünü söylüyor (1 kaşık şekerin miktarı 1 küp şekere eşit varsayılacaktır). Bunun üzerine kardeşinizle iddiaya giriyorsunuz. Anneniz ikinizin de bardaklarına aynı miktarda ve eşit sıcaklıkta çay koyuyor, siz de şekerleri aynı anda fincanlarınıza atıyorsunuz. Önce kimin şekeri çözünür? a) Sizin attığınız 1 kaşık toz şeker b) Kardeşinizin attığı 1 tane küp şeker	
Deneyden Önceki Cevabım: Cünkü:	
Hangisinde daha önce çözünür?	
	• Beherglaslara aynı sıcaklıkta ve miktarda su koyalım. • Eşit kollu teraziyi kullanarak eşit kütlede kesme şeker ve toz şeker tartalım. • Tarttığımız aynı miktardaki şekerlerden kesme şekeri “1” nolu beherglasa, toz şekeri de “2” nolu beherglasa aynı anda ekleyelim. Hangi beherdeki şekerin daha hızlı çözüneceğini gözlemleyelim.
Tahminim:	Deneyde gözlemlediğim:
_____ ARTIKÇA ÇÖZÜNÜRLÜK HIZI _____.	
Deneyden Sonraki Cevabım: Cünkü:	

Şekil 13. Örnek bir çalışma kâğıdı

3. 4. Öğretim Sürecinin Tasarlanması

Öğretim sürecinde kullanılan öğretim materyallerinin ve etkinliklerin geliştirilme sürecinin yer aldığı akış şeması Şekil 14’te yer almaktadır.



Şekil 14. Öğretim materyallerini ve etkinliklerini geliştirme süreci akış şeması

Öğretim materyalleri ve etkinlikleri geliştirilmeden önce araştırmanın yürütüleceği ünitelerin kazanımları incelenmiş ve ilgili kazanımlarla uyumlu bilişsel stratejiler belirlenmiştir. Kazanımların öğretiminde hangi stratejinin baskın ve dolaylı olarak kullanılacağına karar verilmiştir. Bu karar verme sürecinde kullanılan stratejilerin sayısından ziyade kazanımın yoğunluğu dikkate alınmıştır. Öğretim sürecinde öğrencilerinin birbirleriyle ve öğretmenleriyle etkileşimini daha fazla desteklemesi ve konu içeriğiyle stratejilerin beraber öğretilmesine fırsat vermesi sebebiyle DDÖ yaklaşımı, ders planlarının ve öğretim materyallerinin tasarlanmasında temel alınmıştır. Daha sonra kazanıma uygun ders planları ve öğretim materyalleri araştırmacı tarafından geliştirilerek fen bilimleri öğretmenin görüşüne sunulmuştur. Yeniden modelleme sürecine uygun olarak plan ve öğretim materyalleri, bilişsel stratejileri içerecek şekilde tekrar yapılandırılarak uzman ve öğretmenin görüşüne sunulularak son hali verilmiştir. Ders planlarının son hali Ek 11’de verilmiştir.

DDÖ yaklaşımı, eleştirel düşünme öğretimi için önerilen *konu tabanlı yaklaşım (infusion)* ile becerilerin ve stratejilerin açıkça ortaya konulması özelliği açısından benzerlik göstermektedir. Bu yaklaşıma göre hazırlanan öğretim süreci ve materyalleri çoğunlukla öğrencilerin beraber düşünecekleri ancak soruları bireysel yanıtlayacakları şekilde tasarlanmıştır. Düşünme becerilerinin

tanıtımında öğrencilere o derste kazanacakları bilişsel stratejiye yönelik alıştırmaya etkinliği yaptırılmıştır. Örneğin, öğretimin gerçekleştirildiği ilk konu olan hücre ve temel kısımlarının öğretilmesinde 14 numaralı strateji olan “söz öbeklerinin analizi ve açık hale getirilmesi” ile ilişkilendirilmiştir. Öğrenciler etkinliği doğrudan hücre kavramıyla yapmadan bir önceki ünitenin kavramı olan gezegen kavramıyla stratejiyi nasıl uygulayacaklarını öğrenmişlerdir. Gezegen kavramının ders kitabındaki tanımı öğretmen tarafından tahtaya yazılmıştır. Daha sonra öğrencilerle birlikte tanımdan yola çıkılarak gezegen kavramının özellikleri belirlenmiştir. Öğrencilere yaptıkları uygulamanın bir sözcük analizi olduğu ve ilerleyen konularda bu etkinliği sıklıkla yapacakları açıkça ifade edilmiştir. 14 numaralı stratejinin kullanıldığı diğer konularda tekrar alıştırmaya etkinliği yaptırılmamıştır. Bu tür derslere doğrudan konu içeriğinin öğretilmesiyle başlanmıştır. Bu aşamada stratejilerle birlikte konunun öğretilmesine yönelik etkinlikler kullanılmıştır. Öğrenciler burada yapılan etkinliklerde grup olarak çalışsalar dahi karar verme aşamasında bireysel düşüncelerini yazmışlardır. Örneğin, mitoz bölünme konusunda öğrenciler gruplar halinde çalışmışlardır. Mitoz bölünmenin aşamaları öğrencilere bilgi kartları halinde dağıtılmış ve grup üyeleriyle tartışarak aşamaları sıraya koymaları istenmiştir. Ancak öğrenciler nihai sıralamalarını kendi çalışma kağıtlarına not etmişlerdir. Büyük sınıf tartışmasıyla öğrenciler birbirlerinin sıralamasını değerlendirerek doğru sıralamaya ulaşmışlardır. Farklı örneklerin sunulması aşamasında ise öğrencilerin konu bilgisini farklı bir etkinlikte kullanmaları hedeflenmektedir. Ayrıca her ders sonunda öğrencilerin hem konuyu anlama hem de düşünce süreçlerine yönelik görüşleri alınmıştır. Böylece öğrencilerin kendi öğrenmelerini ve düşünme süreçlerini değerlendirmeleri sağlanmıştır.

Araştırmada kullanılan stratejilerin her biri için öğretim sürecinde benzer etkinlikler kullanılmaya çalışılmıştır. Örneğin 14 numaralı stratejiye yönelik bir etkinlikte öğrenciler verilen kavramların tanımlarını analiz ederek bu kavramların özelliklerini belirlemişlerdir. Hemen bir sonraki transfer etme stratejisine (S11) yönelik etkinlikte bu özellikleri kullanarak model üzerinde işaretleme ve model çizme gibi etkinlikler yapmışlardır. Öğretim sürecinde bu iki strateji ardışık kullanılmıştır. Ölçüt geliştirme stratejisinde (S15) öğrencilere, iki kavramın özellikleri verilerek bu özelliklerin neye göre karşılaştırıldığını belirlemeleri beklenmiştir. Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulama stratejisine (S16) yönelik konu etkinlikleri bilim tarihi örnekleri üzerinden yürütülmüştür. Ancak ders süreci içerisinde öğretmen sorduğu sorulara aldığı cevaplara karşılık öğrencilere “neden böyle düşünüyorsun, bu bilgiyi nereden öğrendin, bilginin kaynağı nedir” şeklinde sorular yönlendirmiştir. Grup çalışmalarında da grup üyelerini kendi içlerinde bu tarz sorular yöneltmeleri için teşvik etmeye çalışmıştır. Sokratik sorgulama/kuramları açık hale getirme stratejisine (S24) yönelik etkinlikler öğrencilerin içerik bilgisini farklı örneklerde uygulamalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Benzerlikleri ve farklılıkları belirleme stratejisine (S29) yönelik olarak, iki ilişkili kavramın önce benzer sonra farklı yönlerinin belirlenmesi üzerine etkinlikler yürütülmüştür. İlgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme stratejisine (S31) yönelik geliştirilen etkinlikler,

öğrencilerin konuya yönelik örnekleri doğru şekilde belirlemesini içermektedir. Akılcı çıkarımlar/ yorumlar oluşturma stratejisi (S32) için planlanan etkinlikler öğrencilerin konuya yönelik verilen durumu/olayı açıklamalarını sağlamak üzere geliştirilmiştir. Sebep-sonuç ilişkisini keşfetme stratejisine (S35) yönelik etkinlikler verilen durumların sebeplerinin ya da sonuçlarının belirlenmesi ve ‘neden’ sorusuna cevap aranması üzerine tasarlanmıştır. Görüş geliştirme (S12) stratejisi etkinliklerinde ise provokatif sorular kullanılmıştır. Bu sorulara büyük sınıf tartışması şeklinde cevap aranmış olup öğrenciler çoğunlukla sözlü cevap vermişlerdir.

Öğretim sürecinin tamamında çalışma kağıtları kullanılmıştır. Çalışma kağıtları, öğrencilerin konu temelli düşüncelerinin açığa çıkarılması ve bilişsel stratejilerdeki değişimlerinin ve gelişimlerinin gözlemlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Araştırmada yürütülen etkinliklerin büyük çoğunluğu düşün-eşleş-paylaş tekniği ile yürütülmüştür. Düşün-eşleş-paylaş, öğrencilerin verilen görevi tamamlamaları ve onlara bireysel olarak düşünceleri için zaman vermeyi içeren işbirlikçi öğrenme tekniğidir (Sampsel, 2013). Bu teknik, öğrencilerin düşünme, yanıt verme ve birbirlerini sorgulama ve yardım etmelerine fırsat vermektedir (Syafii, 2018). Tekniğin ilk aşamasında öğrenciler ilgili etkinlik/soru hakkında aktif düşünme içinde olurlar. Daha sonra, sınıf arkadaşlarından biriyle eşleşerek görüşlerini paylaşırlar ve karşı tarafın fikrini dinlerler. Çiftler cevaplarını tartıştıktan sonra sınıf tartışmasıyla görüşler değerlendirilir (Kaddoura, 2013; Sampsel, 2013). Düşün-eşleş-paylaş tekniği öğrencilere, tüm sınıfın önünde yanıt vermenin getirdiği akran baskısını hissettirmede için öğrencilerin motivasyonlarını artırarak daha eleştirel ve istekli olmalarını sağlar (Syafii, 2018). Tekniğin, öğrencilerin güvenli alanlarında aktif düşünme süreçleri içinde bulunmasına fırsat sağlaması ve düşünme rutini oluşturmaya yatkınlığı sebebiyle, düşün-eşleş-paylaş etkinliklerin yürütülmesi sürecinde sıklıkla kullanılmıştır. Büyük sınıf tartışmaları, öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini değerlendirmelerini ve kendi düşüncelerine güven duyarak topluluk önünde ifade etmelerini cesaretlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Grup çalışmaları ise öğrencilerin iş birliği içinde çalışmaları, birbirlerinin düşüncelerini sorgulamaları, birbirlerini ikna etmeleri ve ortak problemi çözümlemeye yönelik azim göstermeleri amacıyla öğretim sürecinde kullanılan bir diğer yöntem olmuştur. Beyin fırtınası süreçte sıklıkla kullanılmış olup, öğrencilerin düşüncelerinin yargılanması kaygısı taşımadan kendilerini özgürce ifade etmeleri amaçlanmıştır. Kullanılan bu yöntem ve tekniklerle öğrencilerin duyuşsal olarak desteklenmesi hedeflenerek duyuşsal stratejilerin dolaylı olarak geliştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte uygulama sürecinde öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle iletişim içinde oldukları, düşünceleri için yeterli sürenin verildiği ve düşüncelerini ifade etmeleri için teşvik edildiği bir öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Öğretmen zaman zaman kendi düşüncelerini süreç içerisinde ifade ederek öğrencileri düşüncelerini belirtmeleri için teşvik etmiştir. Ayrıca hiçbir öğrencinin düşüncesine, hatalı dahi olsa olumsuz dönüt vermeyerek düşüncenin altında yatan sebebi öğrenmeye çalışmıştır.

3. 5. Pilot Uygulama

Araştırmanın “Hücre ve Bölünmeler”, “Kuvvet ve Enerji” ile “Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm” ünitelerinde yürütülmesi planlanmıştır. Bu noktada belirtilen ünitelerin kazanımları ile eleştirel düşünme stratejilerinin (Paul vd., 1990) bilişsel becerileri ilişkilendirilmiştir. İlişkilendirme sonucunda Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinin kazanımlarının belirlenen stratejilerin tamamını içerdiği görülmüştür. Bu sebeple tüm eleştirel düşünme stratejilerini içeren öğretim tasarımının bir kez uygulanmasının yeterli bilgi sağlayacağına alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda karar verilmiştir. Öğretim tasarımının ve veri toplama araçlarının pilot uygulaması Trabzon ili Akçaabat ilçesinde yer alan asıl uygulamanın da yürütüldüğü ortaokulda eğitim öğretime devam eden 23 yedinci sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesine yönelik öğretim tasarımı ve materyalleri geliştirildikten sonra alan uzmanının ve uygulama öğretmeninin görüşüne sunulmuştur. Gerekli düzenlemelerden sonra uygulamalar yürütülmüştür. Pilot uygulama sonucunda yapılan düzenlemelere aşağıda yer verilmiştir:

Hücre ve Bölünmeler ile Kuvvet ve Enerji ünitelerinin KAT’ları ve otantik problemleri pilot uygulama öncesinde farklı bir ortaokulda 16 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Ünitelere yönelik geliştirilen KAT’ların uygulanması sırasında öğrencilerin bazı görselleri anlamakta zorluk çektikleri görülmüştür. Bu soruların görselleri değiştirilerek öğrencilerin anlaşılabilirliğe yönelik görüşleri alınmıştır. Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik KAT’ta yer alan bitki ve hayvan hücrelerini ayırmaya yönelik üçüncü soruda öğrencilerin her bir görsel için açıklama yapmaktan kaçındıkları fark edilmiştir. Bu sebeple bu sorunun gerekçe kısmı görselde yer alan hangi ipucundan yola çıktığını ifade etmesi şeklinde değiştirilmiştir.

Pilot uygulamada kullanılan otantik problemlerin tamamı ünite sonunda öğrencilere dağıtılmış, soruları sırayla çözmeleri beklenmiştir. Ancak bu durumun öğrencilerin sıkılmasına yol açtığı ve son soruya gelindiğinde soruyu cevaplandırmak için gerekli çabayı göstermedikleri gözlenmiştir. Bu doğrultuda, her otantik problemin ilişkili olduğu konunun sonunda öğrencilere uygulanmasının uygun olacağı düşünülmüş ve asıl uygulamada buna yönelik değişiklik yapılmıştır. Ayrıca, Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik iki otantik problem ile Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik üç otantik problem için birer ders saati süre ayrılmıştır. Fakat bu sürenin yeterli olmadığı öğrencilerin daha fazla zamana ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple öğrencilere pilot uygulamada her soru için bir ders saati süre ayrılmasına alan uzmanlarının ortak düşünceleri sonucunda karar verilmiştir. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde yürütülen pilot uygulamada her konu sonunda otantik problemler öğrenciler tarafından cevaplandırılmıştır. Öğrencilerin sorular üzerine yeterli düşünme süreleri olmuş ve daha istekli şekilde soruları cevapladıkları görülmüştür. Asıl uygulamada otantik problemlerin uygulanmasına bu şekilde devam edilmiştir.

Düşünce günlüklerinin pilot uygulamadaki kullanımı öğrencilere her ders sonunda düz yazı halinde yazdırılması şeklinde olmuştur. Ancak düşünce günlüklerinin bu şekilde uygulanmasının

etkili olmadığı, öğrencilerin yazmak istemedikleri, günlüğü dolduran öğrencilerin yüzeysel ifadeler kullandıkları görülmüştür. Ayrıca, günlüğün bu şekilde kullanımının zaman aldığı ve sürecin planlamasını aksattığı tespit edilmiştir. Bu sebeple düşünce günlüklerinden hedef cevapların alınabilmesi adına öğrencilerin puan verebilecekleri bir forma dönüştürülmesine karar verilmiştir. Araştırmada geliştirilmesi amaçlanan dört duyuşsal becerinin gösterge davranışları ikişer madde olacak şekilde tasarlanmıştır. Son hali verilen günlükler öğrencilere tekrar her ders sonunda uygulanmıştır. Ancak öğrencilerin cevaplamaktan kaçındıkları ve sıkıldıkları gözlenmiştir. Bu sebeple, düşünce günlüklerinin son halinin uygulanma biçiminin her konu sonunda olmasına alan uzmanlarıyla karar verilmiştir.

Pilot uygulamada, belirli sayıda öğrencinin sınıf içerisindeki davranışları gözlenmiştir. Ancak bu durum diğer öğrencilerin gösterdikleri davranışların göz ardı edilmesine sebep olurken aynı zamanda gözlenen öğrencilerin devamsız olmaları durumunda veri kaybına yol açmıştır. Bu sebeple asıl uygulamada bütün sınıfın gözlenmesine karar verilmiştir. Asıl uygulamanın pandemi sürecinde yürütülmesi sebebiyle isabetli bir kararın alındığı görülmüştür. Alınan bu kararla, süreçte hastalık geçiren öğrencilerin bir ya da iki hafta okula gelmemeleri sonucunda oluşabilecek veri kaybı önlenmiştir.

Semantik ağların pilot uygulamada uygulanmasında öğrencilere süreç sadece sözel olarak anlatılmış olup herhangi bir örnek gösterilmemiştir. Bu durumun, öğrencilerin semantik ağ çizimlerinin yeterli sonuç vermemesine ve ağı çizerken sürekli soru sormalarına sebep olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple, asıl uygulamada öğrencilere bir önceki üniteye yönelik semantik ağ, uygulama öğretmeni tarafından tahtaya çizilmiştir. Böylece öğrencilerin sorularında azalma olurken çizilen ağların da amaca hizmet edecek şekilde olduğu görülmüştür.

Öğrencilerle ve uygulama öğretmeniyle yürütülen yarı yapılandırılmış görüşmelerde büyük sorunlar yaşanmamıştır. Pilot uygulamada öğrencilerin cevaplamaktan kaçındıkları ya da daha az yüzeysel açıklamalarının bulunduğu sorular için sondaj sorular hazırlanmıştır. Öğretmenle yürütülen görüşmelerde herhangi bir sorunla karşılaşmadığı için sorular asıl uygulamada olduğu haliyle kullanılmıştır.

Öğretim materyallerinin pilot uygulamasında 16 ve 29 numaralı stratejilere yönelik geliştirilen materyaller dışında başka bir sorunla karşılaşılmamıştır. Bilgi kaynaklarının güvenilirliğinin değerlendirilmesine (S16) yönelik yapılandırılmamış bir materyal kullanılmış ve verilen metinde değişen görüşlerin neler olduğunu öğrencilerin belirlemeleri beklenmişti. Ancak elde edilen veriler incelendiğinde öğrencilerin etkinliği anlamakta zorlandıkları ve birer cümleyle yüzeysel ifadeler yazdıkları görülmüştür. Bu sebeple, materyalin formatı değiştirilerek daha açık bir şekilde sunulmuştur. Benzerlikleri ve farklılıkları belirleme (S29) stratejisine yönelik literatürde de yer alan bir şablon pilot uygulamada kullanılmıştır. Şablon iki kavramın önce benzerliklerini belirlemelerini daha sonra farklılıklarını tespit ederek hangi kritere göre karşılaştırdıklarını belirtmelerini

içermektedir. En son adımda da öğrencinin bu belirleme süreci sonucunda ulaştığı sonucu yazması istenmektedir. Oldukça kompleks olan bu şablonu (S29; benzerlik ve farklılıkları belirleme, S15; ölçüt geliştirme, S36; sebep-sonuç ilişkisi kurma) öğrencilerin tamamlamakta güçlük çektikleri gözlenmiştir. Bu sebeple bu stratejiye yönelik daha sade materyallerin kullanılmasına ve bir materyalin sadece bir stratejiye yönelik olmasına karar verilmiştir. Asıl uygulamada da buna yönelik düzenlemeler yapılmıştır.

3. 6. Asıl Uygulama

Uygulama öğretmeni hem pilot uygulamayı hem de asıl uygulamayı yürütmüş olup kontrol grubunda da kendi hazırladığı ders planlarıyla derslerini işlemiştir. Öğretmen, DDÖ yaklaşımı hakkında bilgi sahibi olsa da hem pandemi sebebiyle ara verilmesi hem de pilot uygulamada farklılaşan noktalar sebebiyle öğretmene süreç hakkında bilgi verilmiştir. Uygulamaya başlamadan önce öğretmene eleştirel düşünme, DDÖ yaklaşımı ve öğretim tasarımı hakkında yaklaşık iki saat süren bilgilendirme yapılmıştır. Bir sonraki görüşmede ise öğretmene, sınıf içerisinde kendisinden beklenen davranışlar ve öğrencilere nasıl dönüt verebileceği konusunda açıklamalar sunulmuştur. Bununla birlikte, her dersten önce öğretmenle ders planları üzerine çalışılmış, her ders sonunda ise yürütülen dersle ilgili konuşularak bir sonraki ders planlanmıştır. Öğretim sürecinde öğretmen, öğrencilere yapılandırılmış rehberlikte bulunmuş olup öğrencilerin fikirlerini açıklamaları için destekleyici ve cesaret verici yorumlar yapmıştır. Öğrencilerin farklı duyularına hitap etmek ve uzun süreli öğretimde öğrenme isteklerini aktif tutmak için görsel araçlardan sıklıkla yararlanılmıştır.

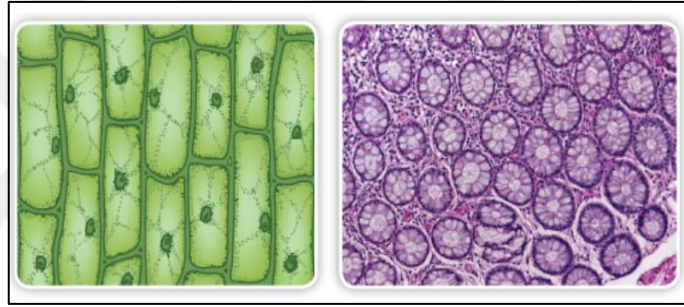
Hücre ve Bölünmeler ünitesinin uygulanması esnasında öğrencilerin çalışma kağıtlarını tamamlamakta zorlandıkları ve yazmak istemedikleri gözlenmiştir. Uygulama öğretmeni ile yapılan görüşmede öğrencilerin pandemi sebebiyle okuldan ayrı kalmalarının bu durumun sebebi olabileceği ifade edilmiştir. Bu sebeple, etkinliklerin sadeleştirilmesine ve bir ders için ikiden fazla etkinlik planlanmamasına dikkat edilmiştir. Daha sonraki ünitelerde öğrencilerin daha az sıkıldıkları ve etkinlikleri daha istekli tamamladıkları görülmüştür.

3. 6. 1. Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Öğretim Süreci

Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik yapılan öğretim 4,5 hafta (18 ders saati) boyunca devam etmiştir. Bu ünite öğrencilerle birlikte yürütülecek ilk ünite olduğu için öğretime başlamadan önce kısa bir bilgi verilmiştir. Ünitenin öğretim planı ve materyaller öğretmenle paylaşılmış, öğretmenin dönütleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak planların ve materyallerin son hali verilmiştir. Öğretim sürecinin bir bölümüne aşağıda yer verilmiştir.

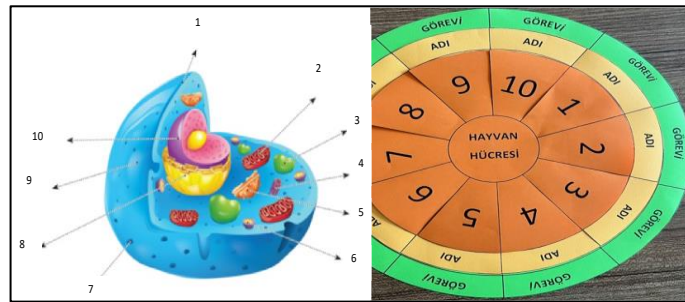
Hücre konusunun ilk kazanımı olan “hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır” kazanımı 29 numaralı “benzerlikleri ve farklılıkları belirleme” stratejisiyle

ilişkilendirilmiştir. Bu stratejiyi tanıtma etkinliği olarak “7 farkı bul” bulmacası sınıfa getirilmiştir. Öğrencilerden önce iki görsel arasında farklı olan noktaları bulmaları daha sonra ise iki görselin benzeyen noktalarını ifade etmeleri istenmiştir. Bu tür karşılaştırmalı durumlarda genellikle farklılıklara odaklanıldığı ancak farklılıkları tespit etmek için zihnin önce benzerleri fark ederek onları devre dışı bıraktığı ifade edilmiştir. Günlük hayatta sıklıkla kullandıkları bu becerinin fen dersini öğrenmede işlerini kolaylaştıracağı belirtilmiştir. Konu içeriğinin öğretimine öğrencilere bitki ve hayvan hücrelerinin mikroskop görüntüleri dağıtılarak başlanmıştır. Öğrencilere bu hücrelerin hangisinin bitki hangisinin hayvan hücresi olduğu söylenmemiştir. Bir önceki ders öğrenilen hücre, sitoplazma ve çekirdek kavramları hatırlatılarak bu yapıların görsellerdeki karşılığı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra öğrencilerden bu iki hücrenin benzer ve farklı noktalarını belirlemeleri istenmiş (Şekil 15) ve sınıf tartışması şeklinde belirlenen özelliklerin doğruluğu üzerine konuşulmuştur.



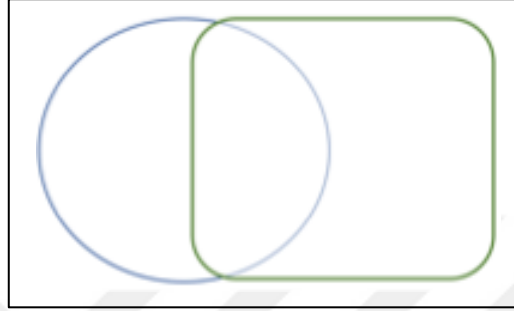
Şekil 15. Bitki ve hayvan hücresi benzerlik ve farklılık belirlemeye yönelik görseller

Benzerlik ve farklılıklar ifade edildikten sonra öğrencilere organel kavramından bahsedilip sitoplazmada farklı görevlere sahip organellerin yer aldığı, bazı organellerin hem hayvan hücresinde hem de bitki hücresinde ortak olarak bulunduğu, bazı organellerin sadece bitki bazılarının ise sadece hayvan hücresinde bulunduğu belirtilmiştir. Öğrencilere bitki ve hayvan hücrelerinin görselleri ve bu hücrelerde yer alan organellerin isimlerinin ve görevlerinin yer aldığı materyaller dağıtılarak görsellerin üzerine organellerin isimlerini yazmaları istenmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Hayvan hücresi etkinliği örneği

Öğrenciler bu çalışmayı ikiyeşerli gruplar halinde yürütmüşlerdir. Etkinlikte yer alan her bir rakamın altında bir organel adı ve organelin görevi yazmaktadır. Öğrenciler her bir hücre için sırasıyla rakamın altındaki organelin görevini öğrendikten sonra hücre görseli üzerinde organeli işaretlemişlerdir. Bitki ve hayvan hücreleri için etkinlikler tamamlandıktan sonra öğrencilere kesişim kümelerinin yer aldığı çalışma kağıdı dağıtılarak (Şekil 17), etkinlikte öğrendikleri bilgiler doğrultusunda kümeleri doldurmaları istenmiştir.



Şekil 17. Bitki ve hayvan hücresi benzerlik ve farklılık belirleme etkinliği

Öğrenciler önce kendileri ortak ve farklı organeli belirledikten sonra tüm sınıfın katılımıyla tahtada etkinlik tamamlanmıştır. Öğrencilere üzerinde organelin görevinin yazdığı ve görselinin bulunduğu ancak organelin isminin yazmadığı bilgi kartları dağıtılmıştır. Öğrenciler ilk öğrenmelerinden yola çıkarak bilgi kartlarına organelerin isimlerini yazmışlardır. Organel sayısı kadar öğrenci tahtaya çıkarak hangi organelin ne görevi olduğunu söylemiştir. Daha sonra çalışma kağıdında bitki ve hayvan hücrelerini belirli özelliklere (şekil, hücre duvarı, kloroplast, sentrozom, koful ve lizozom) göre karşılaştırmaları istenen tabloyu tamamlamışlardır (Şekil 18).

ÖZELLİK	Bitki Hücresi	Hayvan Hücresi
Şekil		
Hücre duvarı		
Kloroplast		

Şekil 18. Bitki ve hayvan hücresini çeşitli kriterlere göre karşılaştırma etkinliği

Kritere göre karşılaştırma etkinliği bireysel olarak tamamlandıktan sonra sınıfın tamamıyla cevaplandırılmıştır. Öğrencilerden bu konuyla ilgili son olarak hücrenin bölümlerini ve organeli günlük hayatlarında yer alan maddelere benzetmeleri istenmiştir. Öğrenciler etkinlikte benzetilen

maddenin hangi özelliği yönünden benzediğini ve hangi özelliği yönünden farklı olduğunu yazmışlardır (Şekil 19).

Hücrenin Bölümleri ve Organeller	Neye BENZER?	Hangi özelliği BENZER?	Nasıl FARKLI?
Hücre zarı			
Hücre çeperi			
Çekirdek			
Sitoplazma			
Mitokondri			
Sentrozom			

Şekil 19. Hücrenin bölümleri ile organellerin benzetimlerine yönelik etkinlik örneği

3. 6. 2. Kuvvet ve Enerji Ünitesi Öğretim Süreci

Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik uygulamalar 3 hafta (12 ders saati) sürmüştür. Üniteye yönelik hazırlanan ders planları ve materyaller uygulama öğretmeniyle ünite başlamadan paylaşarak son halleri verilmiştir. Örnek bir öğretim süreci aşağıda açıklanmıştır.

Ünite içinde yer alan *kuvvet, iş ve enerji ilişkisi* konusu kapsamındaki *fiziksel iş* kavramına yönelik kazanımın öğretiminde 14 numaralı “söz öbeklerinin analizi ve açık hale getirilmesi” ve 31 numaralı “ilgili olmayan olgulardan ilgili olanları analiz etme” stratejileri de konu içeriğiyle birlikte kazandırılmaya çalışılmıştır. Öğrenciler 31 numaralı stratejiye yönelik etkinliklerini ilk olarak bu konuda yapacakları için derse stratejinin tanıtımıyla başlamıştır. Öğrencilere kitapçı örneği verilerek kitapçada farklı türlere ait reyonlar bulunmasaydı nasıl problemlerle karşılaşacaklarına yönelik fikirleri alınmıştır. Aynı ya da ilişkili türde olan kitapların bir arada olmasının birçok kolaylık sağladığı ifade edilerek günlük yaşantılarında bu şekilde ilişkilendirme kurdukları durumlardan örnekler vermeleri istenmiştir. Fiziksel iş konusunu öğrenirken bu becerinin de içinde olduğu etkinliklerin yapılacağı belirtilerek konuya geçilmiştir.

Öğrencilerin iş kavramıyla ilgili yaşantılarına yönelik beyin fırtınası yapılarak işin ne olduğu, neleri iş olarak tanımladıkları sorulmuş, bir hafta içerisinde yaptıkları işlere örnekler vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin sayılan işleri neden iş olarak ifade ettikleri, kriterlerinin neler oldukları sorulmuştur. Bu kazanımda dolaylı olarak 15 numaralı “değerlendirme için ölçüt geliştirme” stratejisine de vurgu yapılmıştır. Öğrencilere günlük yaşantıda iş olarak ifade edilen durumlarla fen dersindeki işin farklı olduğu belirtilmiştir. Daha sonra öğrencilere fiziksel iş kavramının tanımı verilerek fen dersindeki işin özelliklerini belirlemeleri ve tanımdan yola çıkarak bir iş örneği yazmaları istenmiştir (Şekil 20).

İş: Kuvvet uygulanan bir cismin, uygulanan kuvvet doğrultusunda yer değiştirmesidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak <u>işin</u> özellikleri nelerdir? • • •
Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak bir iş örneği yazınız.

Şekil 20. Fiziksel iş kavramına yönelik söz öbeklerinin analizi ve transfer etme etkinliği

Sınıfın tamamı işin özelliklerini ifade ettikten sonra her öğrenci kendi iş örneğini sınıfa söylemiştir. Sınıfın geri kalanı belirtilen örneğin bir iş örneği olup olmadığını değerlendirmiş ve değerlendirirken hangi kriterleri göz önünde bulundurdıklarını ifade etmeleri istenmiştir. Bu süreçte öğrenciler birbirlerinin değerlendirmelerini de değerlendirmiştir. Öğrencilerin karar veremedikleri durumlarda öğretmen gerekli açıklamaları yapıp tahtada çizerek göstermiştir. Öğrenciler konu içeriğiyle ilgili yeterli bilişsel düzeye ulaştıklarında çeşitli durumların yer aldığı yapılandırılmış grid dağıtılmış ve bu örneklerden hangilerinin iş olduğunu işaretlemeleri ve kuvvetin ve hareketin yönünü örnekler üzerinde göstermeleri istenmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Fiziksel iş konusu yapılandırılmış grid örneği

Yapılandırılmış gride verilen cevaplar tüm sınıfla birlikte değerlendirilmiştir. Her örnek için öğrenciler kuvvet ve hareket doğrultusunu tahtada çizerek göstermişler ve cevaplarının gerekçelerini açıklamışlardır. Öğrencilerden, dersin başında verilen iş örneklerini hatırlamaları ve bu örneklerden hatalı bir örnek seçmeleri istenmiştir. Seçtikleri örneğin neden hatalı olduğunu çalışma kağıtlarına yazdıktan sonra öğrencilerin cevapları ve gerekçeleri dinlenmiştir. Hatalı sunulan gerekçeler diğer öğrenciler tarafından, onların da fark etmemeleri durumunda öğretmen tarafından düzeltilmiştir.

3. 6. 3. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesi Öğretim Süreci

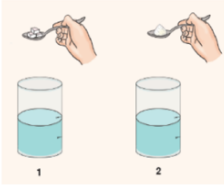
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi için yürütülen uygulamalar 6,5 hafta (26 ders saati) boyunca devam etmiştir. Hazırlanan ders planları ve materyaller uygulama öğretmeniyle paylaşılmıştır. Öğretmenin geri bildirimleri sonucunda planların ve materyallerin son hali verilmiştir. Örnek bir ders süreci aşağıda sunulmuştur.

Ünitenin *karişimlar* konusu içinde yer alan *çözünme hızına etki eden faktörlerin belirlenmesi* kazanımının öğretiminde 35 numaralı “sebepleri ve sonuçları keşfetme” ve 32 numaralı “akılcı çıkarımlar/yorumlar oluşturma” stratejileri kullanılmıştır. Bu stratejilere yönelik daha önceki konularda stratejileri tanıtmaya etkinliği yapıldığı için tekrar bu kazanımın öğretimi için yapılmamıştır. Ancak öğrencilere bu becerileri kullanmalarını gerektiren etkinliklerin yapılacağı ifade edilmiştir. Etkinliklere başlanmadan önce öğrencilere çözünme kavramı hatırlatılmış ve öğrenciler günlük yaşantılarından çözünme örnekleri vermişlerdir. Öğrencilerin yaşantılarında sıkça karşılaştıkları olayları nasıl yorumladıklarına yönelik üç farklı durum ve etkinliklerin yer aldığı çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Öğrenciler öncelikle her bir durumla ilgili tahminlerini yazmışlardır (Şekil 22).

<u>I. durum:</u> Kahvaltıda kardeşiniz kendi çayına attığı 1 küp şekerin sizin çayınıza attığınız 1 kaşık toz şekerden daha hızlı çözüldüğünü söylüyor (1 kaşık şekerin miktarı 1 küp şekere eşit varsayılacaktır). Bunun üzerine kardeşinizle iddiaya giriyorsunuz. Anneniz ikinizin de bardaklarına aynı miktarda ve eşit sıcaklıkta çay koyuyor, siz de şekerleri aynı anda fincanlarınıza atıyorsunuz. Önce kimin şekeri çözünür? a) Sizin attığınız 1 kaşık toz şeker b) Kardeşinizin attığı 1 tane küp şeker <u>Deneyden Önceki Cevabım:</u> <u>Çünkü:</u>

Şekil 22. Akılcı çıkarımlar/yorumlar oluşturmaya yönelik temas yüzeyi-çözünme hızı ilişkisi etkinlik örneği

Öğrenciler tahminlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak tahminlerinin sebeplerini açıklamışlardır. Daha sonra ise verilen duruma benzer bir gösteri deneyi yapılmıştır (Şekil 23).

Hangisinde daha önce çözünür?	
	• Beherglaslara aynı sıcaklıkta ve miktarda su koyalım. • Eşit kollu teraziyi kullanarak eşit kütlede kesme şeker ve toz şeker tartalım. • Tarttığımız aynı miktardaki şekerlerden kesme şekeri "1" nolu beherglasla, toz şekeri de "2" nolu beherglasla aynı anda ekleyelim. Hangi beherdeki şekerin daha hızlı çözüneceğini gözlemleyelim.
Tahminim:	Deneyde gözlemlediğim:
ARTIKÇA ÇÖZÜNÜRLÜK HIZI _____.	

Şekil 23. Sebepleri ve sonuçları keşfetmeye yönelik temas yüzeyi-çözünme hızı ilişkisi etkinlik örneği

Öğretmenin yürüttüğü gösteri deneyinde öğrenciler gözlem sonuçlarını not etmişler ve tahminleriyle karşılaştırmışlardır. Deney gözlemlerinden yola çıkarak deney kağıdının altında yer alan bu durum için çözünürlük hızını etkileyen faktörün ne olduğunu belirlemeye çalışmışlardır. *Karıştırma* ve *sıcaklık* faktörlerine yönelik benzer etkinlikler yürütülmüştür. Her bir faktör için sınıfın görüşü alınmış ve ortak sonuca ulaşılmıştır. Bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini belirleme alt kazanımına yönelik öğrencilere bu kavramların tanımlarının yer aldığı çalışma kağıtları dağıtılmıştır (Şekil 24).

Değişken: Bir durumdan diğerine, gözlemden gözleme farklılık gösteren özelliklerdir.		
Bağımsız Değişken: Deney sırasında sizin değiştirdiğiniz değişkendir.		
Bağımlı Değişken: Bağımsız değişkenlere bağlı olarak değişen değişkenlerdir.		
Kontrol Değişkeni (Sabit Tutulan Değişken): Miktarı değişmeyen, kontrol altında tutulan değişkendir.		
I. düzenek için;		
Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol değişkeni

Şekil 24. Değişkenlerin belirlmesine yönelik söz öbeklerinin analizi ve transfer etme etkinliği

Öğrenciler değişken, bağımsız, bağımlı ve kontrol değişkenlerinin özelliklerini belirlemişlerdir. Öğretmen çözünürlüğe etki eden faktörlerin belirlenmesi deneyi için hazırlanan düzeneklerin her birini tahtaya çizmiştir. Öğrenciler düzenekler için önce değişkenlerin neler olduğunu söylemiş ve öğretmen bu değişkenleri tahtaya not almıştır. Daha sonra öğrenciler bu düzeneklerin her biri için, tanımları ve özellikleri göz önünde bulundurarak bağımsız, bağımlı ve kontrol değişkenlerini belirleyerek kağıtlarına not almışlardır. Sırasıyla her düzenek için öğrenciler

cevaplarını ve gerekçelerini ifade etmişlerdir. Öğretmen her cevabı tahtaya not aldıktan sonra cevaplar üzerine sınıf tartışması yürütülmüştür. Sınıfın ortak kararıyla değişkenler belirlenmiştir.

3. 7. Kontrol Grubunda Derslerin Yürütülmesi

Kontrol grubunda dersler çoğunlukla fen bilimleri ders kitabı ve çeşitli internet platformları (eba, morpa kampüs vb.) kullanılarak yürütülmüştür. Öğretmen konuya yönelik gerekli bilgileri sunduktan sonra internet platformlarından birinden tekrar amacıyla konuyla ilgili video, animasyon vb. etkinlikleri etkileşimli tahta üzerinden öğrencilere izletmiştir. Öğretmen sıklıkla konunun önemli noktalarını öğrencilerin defterlerine not tutturmuştur. Konuyla ilgili bilgi aktarımından sonra kitaptan ya da farklı kaynaklardan değerlendirme soruları etkileşimli tahta üzerinden açılarak öğrenciler tarafından çözülmüştür.

Öğretmen sınıf içinde soru-cevap tekniğini sıklıkla kullanmıştır. Ancak yöneltilen sorular çoğunlukla bilgi basamağına yönelik olup öğrencileri üst düzey düşünmeye yönlendiren sorular sınırlı olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte öğretmen sorduğu sorulara cevap almak için öğrencilere zaman tanıyıp, cevap alamadığında ise cevaplayabilecekleri farklı sorular yöneltilmiştir. Yanlış cevap veren öğrencilerin neden bu şekilde düşündüğüne yönelik sorular sorulmayıp doğru cevap öğretmen tarafından verilmiştir. Öğretmen derslerini genellikle sunuş yolu ile işlemiştir. Bazı konularda grup çalışmaları (mitoz ve mayoz bölünme), akran öğretimi (elementler ve bileşikler) ve gösteri deneylerini (karışımlar, karışımların ayrılması) öğretiminde kullanmıştır. Yürütülen bu etkinlikler öğrencilerin bilgiyi keşfetmesi değil sunulan bilginin onaylanması üzerine yapılandırılmıştır.

3. 8. Verilerin Analizi

3. 8. 1. Kavramsal Anlama Testinin Analizi

Araştırmada üç ünite (Hücre ve Bölünmeler, Kuvvet ve Enerji, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm) için üç farklı KAT kullanılmıştır. Her bir KAT için, iki fen eğitimi uzmanı tarafından bağımsız cevap anahtarları oluşturulmuştur. Cevap anahtarlarının bir araya getirilmesiyle ortak bir cevap anahtarı elde edilmiştir. KAT'ta yer alan açık uçlu soruların analizinde Abraham, Gryzybowski, Renner ve Marek (1992) tarafından geliştirilen “Tam anlama (TA), Kısmen anlama (KA), Alternatif kavrama ile kısmen anlama (AKA), Alternatif kavrama (AK) ve Anlamama (AN)” kategorileendirme sistemi kullanılmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Açık Uçlu Soruların Analizinde Kullanılan Kategorilendirme

Anlama Düzeyleri	Açıklama	Puan
Tam anlama (TA)	Doğru yanıtın tüm bileşenlerini içeren yanıt	4
Kısmen anlama (KA)	Doğru yanıtın bileşenlerinden en az birini içeren ancak tüm bileşenlerini içermeyen yanıtlar	3
Alternatif kavrama ile kısmen anlama (AKA)	Kavramın anlaşıldığını gösteren ancak aynı zamanda alternatif kavram içeren yanıtlar	2
Alternatif kavrama (AK)	Mantıksız veya yanlış bilgi içeren yanıtlar	1
Anlamama (AN)	İlgisiz açıklamalar içeren ya da boş bırakılmış yanıtlar	0

İki aşamalı testlerin analizinde ise ikili kategorilendirme sistemi kullanılmıştır (Tablo 9). Bu analizde, testin ilk aşaması için cevabın doğru/yanlış olma durumu, ikinci aşaması için ise verdiği cevabın gerekçesini (tam anlama, kısmen anlama, alternatif kavrama, anlamama) açıklayabilme durumu değerlendirilmiştir (Çalık, Ayas, & Coll, 2010; Çalık, Ayas, Coll, Ünal, & Coştu, 2007).

Tablo 9. İki Aşamalı Soruların Analizinde Kullanılan Kategorilendirme

Birinci aşama	İkinci aşama	Açıklama	Puan
Doğru seçenek	Tam anlama (Ds/Ta)	Doğru seçeneği işaretleyen ve ikinci aşamada doğru gerekçeyi tüm yönleriyle içeren açıklamalar	8
Doğru seçenek	Kısmen anlama (Ds/Ka)	Doğru seçeneği işaretleyen; ancak ikinci aşamada doğru gerekçenin tüm bileşenlerini içermeyen açıklamalar	7
Yanlış seçenek / Cevap yok	Tam anlama (Ys/Ta)	Yanlış seçeneği işaretleyen ya da bir seçenek işaretlemeyen; ancak ikinci aşamada doğru gerekçeyi tüm yönleriyle içeren açıklamalar	6
Yanlış seçenek / Cevap yok	Kısmen anlama (Ys/Ka)	Yanlış seçeneği işaretleyen ya da bir seçenek işaretlemeyen ve doğru gerekçenin tüm bileşenlerini içermeyen açıklamalar	5
Doğru seçenek	Alternatif kavrama (Ds/Ak)	Doğru seçeneği işaretleyen; ancak alternatif kavramlar içeren açıklamalar	4
Doğru seçenek	Anlamama / Cevap yok (Ds/Cy)	Doğru seçeneği işaretleyen; ancak açıklama yapmayan ya da ilişkisiz gerekçeler içeren açıklamalar	3
Yanlış seçenek / Cevap yok	Alternatif kavrama (Ys/Ak)	Yanlış seçeneği işaretleyen ya da bir seçenek işaretlemeyen ve alternatif kavramlar içeren açıklamalar	2
Yanlış seçenek	Anlamama / Cevap yok (Ys/Cy)	Yanlış seçeneği işaretleyen; ancak açıklama yapmayan ya da ilişkisiz gerekçeler içeren açıklamalar	1
Cevap yok	Cevap yok (Cy)	-	0

KAT'larda yer alan sorulara verilen cevaplar Tablo 8 ve Tablo 9'da yer alan kategorilere uygun olarak puanlandıktan sonra her öğrencinin her bir testten aldığı puan hesaplanmıştır. Her ne kadar sorular kategorik olarak değerlendirilse de testin toplam puanı üzerinden analizler yürütülmesi ve KAT'larda yer alan her maddenin eşit ölçme gücüne sahip olması sebepleriyle eşit aralıklı ölçek olarak kabul edilmiştir (Tezbaşaran, 2008). Her bir testten elde edilen toplam puanlar SPSS 22.0 programı kullanılarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Analiz sonucunda Kolmogorov-Smirnov testinin anlamlı olmadığı (Kuvvet ve Enerji ünitesi ön-test hariç) ($p > .05$) ve basıklık-çarpıklık değerlerinin -1,5 ile +1,5 arasında olduğu görülmüştür (Tablo 10); bu doğrultuda verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Tabachnick & Fidell, 2013).

Tablo 10. KAT Kolmogrov-Smirnov Testi, Basıklık ve Çarpıklık Değerleri

Üniteler	Test türü	Kolmogrov-Smirnov	Basıklık	Çarpıklık
Hücre ve Bölünmeler	Ön-test	,151	-1,110	,230
	Son-test	,200	-,717	,046
Kuvvet ve Enerji	Ön-test	,016*	-,400	-,404
	Son-test	,084	-,157	-,817
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	Ön-test	,079	,870	,079
	Son-test	,200	-,632	-,224

Ünitelere yönelik elde edilen ön-son test puanları, deney ve kontrol gruplarının kendi içindeki gelişimlerini değerlendirmek için bağımlı t-testine, deney ve kontrol gruplarının birbirlerinden farklarını belirlemek amacıyla bağımsız t-testine tabi tutulmuştur. Ayrıca, parametrik testlerin etki büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan Cohen-d değeri hesaplanarak uygulamalar arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

KAT'ın duyuşsal aşamasında öğrenciler, yeterli süreyi ayırma ve cevaptan emin olma durumlarına 1 ile 5 arasında puan vermişlerdir. Ranj değerinden yola çıkılarak kesme noktaları belirlenmiştir; zayıf (1 – 2,33), orta (2,34 – 3,67) ve iyi (3,68 – 5). Her soru ve testin tamamı için ortalama puanlar hesaplanarak öğrencilerin eğilimlerinin hangi aralıkta bulunduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler grafikler şeklinde sunulmuştur.

3. 8. 2. Otantik Problemlerin Analizi

Öğrencilerin eleştirel düşünme stratejileriyle yürütülmüş derslerde elde ettikleri kazanımları farklı bağlamlarda kullanabilme durumları için kullanılan otantik problemlerin analizinde değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Rubriğin geliştirilme sürecinde Doğan-Dolapçioğlu (2015) tarafından hazırlanan 'Eleştirel düşünme becerilerini ölçme rubriği'nin *doğru çözüme ulaşma ve onu ispatlama* performans göstergesi incelenerek bir rubrik tasarlanmıştır. Hazırlanan rubrik alan uzmanlarının (2 kimya – 1 fizik eğitimcisi) görüşüne sunulularak son hali verilmiştir. Analizde kullanılan değerlendirme rubriği Tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 11. Otantik Problem Değerlendirme Rubriği

Değerlendirme Düzeyi	Kriterler	Puan
Düzey 4	1. Problemi açık şekilde ve doğru işlem basamakları ile çözer. 2. Çözümün dayanağını doğru ve detaylı bir şekilde açıklar.	4
Düzey 3	1. Problemi doğru işlem basamakları ile çözer. 2. Çözümün bazı yönlerini açıklar.	3
Düzey 2	1. Problemin bir bölümünü çözer 2. Problemin sonucuna ulaşamaz.	2
Düzey 1	1. Problemi çözemez ve savunamaz. 2. İlgisiz açıklamalar sunar. 3. Problemi tekrar eder.	1

Kriterler belirlenirken öğrencilerin problemleri çözerken kullanabilecekleri çeşitli stratejiler göz önünde bulundurulmuştur (S8, S11, S16, S32 gibi). Rubrik dört düzeyden oluşmaktadır ve öğrencilerin problemi çözüme ulaştırabilme durumuna göre cevaplar puanlanmıştır. Problemin çözümü, çözümün gerekçelendirilmesi ve doğru çıkarımda bulunabilme üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur. Deney ve kontrol gruplarının otantik problemlere cevap verme durumları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız-t testi yapılarak etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

3. 8. 3. Gözlem Formlarının Analizi

Gözlem formlarının analizinde öğrencilerin stratejileri sınıf içerisinde davranış haline getirip getirmediikleri açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Gözlem formunda yer alan maddeler stratejilerin gösterge davranışlarını içermektedir. Her stratejinin gösterge davranış sayısı farklı olduğu için stratejilere yönelik farklı sayıda maddeler bulunmaktadır. Sınıf içerisinde gösterilen her davranış için form işaretlenmiştir. Madde sayılarının ve ünitelerin gözlem sürelerinin farklı olması sebebiyle analizde standart değerlerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Her ünitenin gözlem formunda stratejilerin kaçar defa tekrarlandığı belirlenmiştir. Belirlenen strateji sayısının öğrenci sayısına bölümüyle ünite başına düşen ortalama hesaplanmıştır. Yorumu kolaylaştırmak için 100 ile çarpılmıştır.

$$\left(\frac{f_g}{N \times f_D} \right) \times 100$$

f_g : Stratejilerin toplam frekansı
 N : Öğrenci sayısı
 f_D : Bir ünitenin toplam gözlem süresi

Şekil 25. Gözlem formlarından elde edilen verilerin standartlaştırılması

Araştırmaların yürütüldüğü üniteler bazında stratejilere yönelik elde edilen veriler grafiklerle sunulmuştur. Böylece stratejilerin öğretim sürecindeki açığa çıkma yoğunluğu, dağılımı ve gelişimi ortaya çıkarılmıştır.

3. 8. 4. Düşünce Günlüklerinin Analizi

Düşünce günlükleri deney ve kontrol grubu öğrencileri tarafından her konunun sonunda doldurulmuştur. Günlük yapılandırıldığı stratejilere yönelik ikişer madde içermektedir. Öğrenciler, günlükte yer alan maddeleri ilgili konu süresince ne derece gösterdiklerini 1 ile 5 arasında işaretlemişlerdir. Düşünce günlüklerinin analizinde ranj hesaplanarak kesme noktaları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, kesme noktaları kullanılarak zayıf (1 – 2,33), orta (2,34 – 3,67) ve iyi (3,68 – 5) aralıkları belirlenmiştir. Her strateji için ünite boyunca verilen puanların ortalamaları

hesaplanmıştır. Daha sonra stratejiye yönelik ortalamanın hangi aralığa denk geldiği belirlenerek deney ve kontrol gruplarının genel eğilimleri açığa çıkarılmıştır. Elde edilen veriler grafikler halinde sunulmuştur.

3. 8. 5. Semantik Ağların Analizi

Araştırmada kullanılan semantik ağların analizi için değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Rubriğin geliştirilme sürecinde Karaarslan-Semiz ve Teksöz (2019) ile Nosich (2018) tarafından önerilen değerlendirme kriterleri incelenerek bir rubrik oluşturulmuş ve alan uzmanları (2 kimya eğitimcisi ve 1 fizik eğitimcisi) tarafından son hali verilmiştir. Çalışmada kullanılan değerlendirme rubriği Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12. Semantik Ağ Değerlendirme Rubriği

Değerlendirme Düzeyi	Temel ve Güçlü Kavramlar	İlişkili Kavramlar	Bağlantıların Sayısı	Ağın Karmaşıklık Durumu
Düzy 4 (16p)	Semantik ağ (SA) pek çok temel ve güçlü kavramı göstermektedir (4p).	SA ilişkili kavramları açıkça göstermektedir (4p).	Kavramlar arasında çok sayıda bağlantı vardır (4p).	SA karmaşık bir yapıdadır (4p).
Düzy 3 (12p)	SA ünitenin bazı temel ve güçlü kavramları göstermektedir (3p).	SA bazı ilişkili kavramları göstermektedir (3p).	Kavramlar arasındaki bağlantılar sınırlıdır (3p).	SA karmaşık yapıda görünse de geliştirilmesi gerekmektedir (3p).
Düzy 2 (8p)	SA ünitedeki birkaç temel ve güçlü kavramı göstermektedir (2p).	SA ilişkili kavramları nadiren göstermektedir (2p).	Kavramlar arasındaki bağlantılar açık ve net verilmemektedir (2p).	SA daha çok lineer ve hiyerarşik bir yapıdadır (2p).
Düzy 1 (4p)	SA, ünitedeki az sayıda temel ve güçlü kavramları göstermektedir (1p).	SA az sayıda ilişkili kavramı göstermektedir (1p).	Kavramlar sınırlı sayıda bağlantı bulunmaktadır (1p).	SA daha çok birbiriyle ilişkisiz kavramlar halinde görünmektedir (1p).

*p; puan

Semantik ağların değerlendirilmesinde, temel ve güçlü kavramlarla, ilişkili kavramların sayısı, kavramlar arasında kurulan bağlantılar ve ağın karmaşıklık durumu değerlendirme kriterleri olarak belirlenmiştir. Temel ve güçlü kavramlar, ilgili disiplinin asıl ve faydalı kavramları olup disipline yöneltilen soruların cevaplarıdır (Nosich, 2018). Bu çalışmanın kavramları araştırmanın yürütüldüğü ünitelerin kazandırılması hedeflenen esas kavramlarıdır. Örneğin; hücre kavramı organel kavramından daha temel, güçlü ve kapsayıcı bir kavramdır. Hücre kavramına yönelik sahip olunan bilgiyle düşünebilmek bireye günlük hayattaki soruların (yaralanan bir diz nasıl iyileşir ya da bir kişi neden Parkinson olur) cevaplanması için bir anlayış sağlar. Araştırmadaki ünitelerin temel ve güçlü kavramların, fen bilimleri öğretim programında ilgili ünitelerin başlığı altında yer alan konu/kavramlar olmasına karar verilmiştir. Tablo 13’te çalışmanın yürütüldüğü ünitelerin temel ve güçlü kavramları yer almaktadır.

Tablo 13. Araştırmanın Yürütüldüğü Ünitelerin Temel ve Güçlü Kavramları (MEB, 2018)

Hücre ve Bölünmeler Ünitesi İçin Temel ve Güçlü Kavramlar	
Konu 1: Hücre	Hücre, bitki ve hayvan hücresi arasındaki benzerlik ve farklılıklar, dokular, hücre – doku – organ – sistem- organizma ilişkisi, DNA, gen, kromozom
Konu 2: Mitoz	Hücre bölünmesi, mitozun evreleri, mitozda kromozomların önemi, mitozun canlılar için önemi
Konu 3: Mayoz	Üreme hücrelerinin mayozla oluşumu, mayozun canlılar için önemi, mayozu mitozdan ayıran özellikler
Kuvvet ve Enerji Ünitesi İçin Temel ve Güçlü Kavramlar	
Konu 1: Kütle ve ağırlık ilişkisi	Kütle, ağırlık, yer çekimi, kütle çekimi
Konu 2: Kuvvet, iş ve enerji ilişkisi	Fiziksel iş, kinetik enerji, çekim potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi
Konu 3: Enerji dönüşümleri	Enerjinin korunumu, sürtünme ile kinetik enerji kaybı, hava ve su direnci
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesi İçin Temel ve Güçlü Kavramlar	
Konu 1: Maddenin tanecikli yapısı	Atom (çekirdek, katman, proton, nötron, elektron), bilimsel bilginin özelliği, molekül
Konu 2: Saf maddeler	Element, elementlerin sembolleri, bileşik, bileşik formülleri
Konu 3: Karışımlar	Homojen karışım, çözelti (çözünen, çözücü), heterojen karışım, çözünme, çözünme hızına etki eden faktörler
Konu 4: Karışımların ayrılması	Buharlaştırma, yoğunluk farkı, damıtma
Konu 5: Evsel atıklar ve geri dönüşüm	Evsel katı atık maddeler, evsel sıvı atık maddeler, geri dönüşüm, yeniden kullanma

Araştırmanın yürütüldüğü üniteler olan Hücre ve Bölünmeler ünitesi için 16, Kuvvet ve Enerji ünitesi için 13, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi için 23 temel ve güçlü kavram belirlenmiştir. Ayrıca, okullarda kullanılan ders kitabı incelenerek ünitelerin ilişkili kavramları tespit edilmiştir. Hücre ve Bölünmeler ünitesi için 16, Kuvvet ve Enerji ünitesi için 12, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi için ise 24 ilişkili kavram belirlenmiş olup bu kavramlar Ek 12’de sunulmuştur. Kavramlar arasındaki bağlantı sayısını belirlemek için ise fen bilgisi ders kitabında ünite sonlarında yer alan kavram haritaları incelenerek bağlantı sayıları hesaplanmıştır. Ancak, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi sonunda yer alan kavram haritasında geri dönüşüm kavramları yer almadığı için bu haritanın üzerine bu kavramlar eklenerek bağlantı sayısı belirlenmiştir. Hücre ve Bölünmeler ünitesi için 29, Kuvvet ve Enerji ünitesi için 24, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi için 36 bağlantı yer almaktadır.

Her bir ünitenin temel ve güçlü kavramları, ilişkili kavramları ve bağlantı sayıları semantik ağ değerlendirme rubriğine göre dört düzey için aralıklara dağıtılmıştır (Ek 13). Örneğin; Hücre ve Bölünmeler ünitesinde 16 temel ve güçlü kavram bulunmaktadır. 1. düzey rastgele ve tesadüfi olarak açığa çıkan yanıtlar içerdiği için bu düzeyin aralığı minimum (1-3) tutulmuştur. 2. düzey, öğrencilerin kavramlar arası ilişkiler kurmaya başladığı düzey olup az sayıda temel ve güçlü kavram (4-7) içermektedir. 3. düzeyde bazı temel ve güçlü kavramlar bulunurken (8-11), 4. düzeyde öğrencinin semantik ağı ile ilgili temel ve güçlü kavramların büyük çoğunluğu (12-16) yer almaktadır (Er-Nas, İpek-Akbulut, Çalik, & Emir, 2022).

3. 8. 6. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşmelere katılan öğrencilerin ve uygulama öğretmeninin izniyle alınan ses kayıtları araştırmacı tarafından yazılı hale getirilmiştir. Elde edilen veriler betimsel içerik analizine tabi tutulmuştur. Görüşme soruları belirli kategoriler doğrultusunda hazırlanmış olup, sorulara verilen cevaplar kodlanarak içerik analizi yapılmıştır (Baltacı, 2019; Sözbilir, 2009). Öğrencilerin öğretim müdahalesi öncesinde ve sonrasında ders içi davranışlarda gösterdikleri duyuşsal stratejilerin değişimi/gelişimi ile öğretim sürecine yönelik görüşleri açığa çıkarılmıştır. Benzer şekilde uygulama öğretmeninin sürecin başındaki eleştirel düşünmeye yönelik görüşleri ile sonundaki görüşleri değişim ve öğretim müdahalesinin etkililiğine yönelik düşünceleri belirlenmiştir. Hem öğrencilerin hem de öğretmenin ön-görüşme ve son-görüşmelerinden elde edilen bulguları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

3. 8. 7. Öğretimde Kullanılan Çalışma Kağıtlarının Analizi

Araştırmada kullanılan öğretim materyalleri kazanımla ilişkili olan stratejilere yönelik geliştirilen etkinliklerle öğrencileri belirtilen stratejilere yönelik daha becerikli hale getirmenin yanı sıra öğrencilerin motivasyonunu artırmak açısından önemli görülmektedir. Öğretim materyallerinin büyük bir kısmı çalışma kağıtları üzerinden yazılı çalışmalar olarak tasarlanırken sınırlı sayıda poster ve modelleme de kullanılmıştır. Ayrıca, materyallerde öğrencilerin bireysel cevapları haricinde arkadaşlarıyla tartışarak cevapladıkları etkinlikler de yer almaktadır. Her ders öncesinde konuyla ilgili materyal öğretmenle paylaşılmış ve alınan dönütler çerçevesinde sınıfta kullanılmıştır. Her ders sonunda ise aksayan durumlar öğretmenle tartışılarak bir sonraki materyalde bu eksiklik giderilmiştir. Öğretim materyalleri, öğrencilerin eleştirel düşünme stratejilerinin bilişsel boyutundaki gelişimlerini izlemek amacıyla kullanılmıştır. Materyallerden elde edilen verilere türüne bağlı olarak betimsel ya da içerik analizi yapılmıştır. Abraham vd. (1992) tarafından açık uçlu soruların değerlendirilmesinde kullanılan (bakınız Tablo 8) kategorilendirme sistemi ilgili stratejinin doğasına uygun olarak kullanılmıştır.

3. 9. Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik

Bu araştırmada, geçerliğin ve güvenirliliğin sağlanması amacıyla çoklu veri toplama araçları (KAT, otantik problemler, gözlem formları, düşünce günlükleri, semantik ağlar, öğretim materyalleri, yarı yapılandırılmış görüşmeler) kullanılarak veri üçgenlemesi sağlanmıştır. Bununla birlikte tüm ölçme araçları ve öğretim tasarımı için pilot uygulama yürütülmüştür.

KAT'ların yapı ve kapsam geçerliğini sağlamak için üç farklı alan uzmanının (biyoloji, fizik ve kimya alanlarında öğretim üyeleri) ve bir fen bilimleri öğretmenin görüşü alınarak düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca, pilot uygulamaları yürüten iki öğretmenin de KAT'a yönelik görüşleri alınmıştır.

Her üniteye yönelik geliştirilen KAT, yedinci sınıf öğrencilerine uygulanarak testlerin son hali verilmiştir. KAT'ların analizi için iki farklı araştırmacı tarafından cevap anahtarı hazırlanmış ve cevaplar karşılaştırılarak ortak bir cevap anahtarı oluşturulmuştur. Ayrı puanlamalar sonucunda değerlendiriciler arası uyum, Hücre ve Bölünmeler ünitesi için %89,74; Kuvvet ve Enerji ünitesi için %77,41 ve Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi için %90,47 olarak hesaplanmıştır. Her KAT için soruların varyans değerlerinden yola çıkılarak Cronbach Alpha değerleri Hücre ve Bölünmeler ünitesi için 0,67 ön test ve 0,86 son test, Kuvvet ve Enerji ünitesi için 0,73 ön test ve 0,87 son test, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi için 0,63 ön test ve 0,87 son test olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler kabul edilebilir sınırlar içinde görülmektedir (Liu, 2003). KAT'lar araştırmacı tarafından farklı zamanlarda iki kez değerlendirilmiştir. Daha sonra fen eğitimi alanında doktora derecesine sahip bir araştırmacı tarafından KAT'lar analiz edilmiştir. Kodlayıcı içi ve kodlayıcılar arası uyum yüzdeleri hesaplanmış ve uyum yüzdeleri %75,54 ile %94,70 aralığında bulunmuştur (Ek 14). Araştırmacıların farklı değerlendirmeleri için tartışarak ortak karara varılmıştır.

Otantik problemler alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda geliştirilmiş ve pilot çalışmalar yürütülmüştür. Otantik problemlerin analizinde literatür ve uzman görüşleri doğrultusunda bir rubrik geliştirilmiştir. Problemler araştırmacı tarafından farklı zamanlarda iki kez analiz edildikten sonra doktora derecesine sahip farklı bir araştırmacı tarafından tekrar analiz edilmiştir. Hem kodlayıcı içi hem kodlayıcılar arası uyum yüzdeleri %65,80 ile %91,83 arasındadır (Ek 14). Benzer şekilde semantik ağların analizinde literatür ve uzmanların görüşleri doğrultusunda bir değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Rubrik kullanılarak ağlar araştırmacı tarafından farklı zamanlarda iki kez farklı bir araştırma tarafından daha sonra tekrar analiz edilerek uyum yüzdeleri hesaplanmıştır. Kodlayıcı içi ve kodlayıcılar arası uyum yüzdeleri %75 ile %100 arasında değişmektedir (Ek 14).

Öğrencilerle ve öğretmenle yürütülen yarı yapılandırılmış görüşme sorularının belirlenmesinde literatürden faydalanılmış ve alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda son hali verilmiştir. Hem öğretmenle hem de öğrencilerle görüşmelerin pilot uygulamaları yürütülmüştür. Öğretim materyallerinin geliştirilme sürecinde literatürden, fen bilimleri öğretmenlerinden ve uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Materyallerin pilot uygulamaları yürütülerek öğretmen görüşleri ve gözlem notları sonucunda eksikliklerin giderilmesi amacıyla değişiklikler yapılmıştır. Asıl uygulamada ise materyaller dersten önce uygulama öğretmeni tarafından incelenmiş varsa önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapılarak materyallere son hali verilmiştir. Analizlerin sonuçları hem öğretmene hem de uzman görüşüne sunulmuştur.

Gözlem formlarının geliştirilmesinde literatürden ve uzman görüşlerinden yararlanılmış olup pilot uygulama yürütülmüştür. Pilot uygulama sonucunda gözlem formlarında yapısal değişikliği gerektirecek bir sorunla karşılaşmamıştır. Ancak formların uygulanmasında değişiklik yapılmıştır (bakınız Pilot Uygulama başlığı). Asıl uygulama pandemi sürecinden sonra okula dönülen ilk senede

yürütüldüğü için okul yönetimi sınıflarda farklı bireylerin bulunmasına onay vermemiştir. Bu sebeple öğretim sürecini gözlemlemeye farklı araştırmacılar katılamamıştır. Bu sorun, her ders sonunda öğretmenle gözlem formları ve gözlem notları tartışılarak aşılmaya çalışılmıştır.

Düşünce günlüklerinin geliştirilmesinde alan uzmanlarının görüşlerinden ve literatürden faydalanılmıştır. Günlüklere yönelik pilot çalışma yürütülmüş olup elde edilen ilk sonuçların yeterli görülmemesi sebebiyle uzman görüşleri doğrultusunda günlüklerde yapısal değişikliğe gidilmiştir. Formatı değiştirilen günlükler için tekrar uygulamalar yapılarak günlüklere son hali verilmiştir.

3. 10. Araştırmada Etik Hususlar

Araştırmanın tasarlanması, uygulanması, verilerin toplanması ve analiz edilmesi ile raporlaştırılması süreci etik kurallar çerçevesinde yürütülmüş olup gerekli izinler ilgili kurumlardan alınmıştır. Geliştirilen veri toplama araçları ve uygulama sürecine ilişkin Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun onayı (Ek 15) alındıktan sonra Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden izin alınmıştır (Ek 16). Öğretmenin ve öğrencilerin araştırmaya katılımları gönüllülük esasına dayalı olup veli onam formu ile öğrenci velilerinin izinleri doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında ses kaydı yapılmıştır.

3. 11. Araştırmacının Yeterliği ve Süreçteki Rolü

Araştırmacı, doktora eğitimi sırasında aldığı *Fen Eğitiminde Meta Analiz* dersi kapsamında bir dönem boyunca eleştirel düşünme becerisi konusu hakkında literatür taraması yapmıştır. Devam eden süreçte eleştirel düşünme üzerine okumalarına devam eden araştırmacı, çalışma alanının bu konu olduğuna karar verdikten sonra eleştirel düşünmenin öğretilmesi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi hakkında detaylı taramalar yürütmüştür. Araştırmanın tasarlanmasında birincil görev alan araştırmacı, uygulanması sırasında sınıfta gözlemci olarak yer alarak öğrencilere düşünceleri için daha fazla zaman vermesi, öğrencinin cevabının irdelenmesi gibi durumlarda uygulama öğretmenini yönlendirmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgular araştırma problemleri altında sunulmaktadır.

4. 1. Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersinin Deney ve Kontrol Grubundaki Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına Etkisi

Hücre ve Bölünmeler, Kuvvet ve Enerji, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitelerinde yürütülen eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen öğretimi ile mevcut fen öğretimi uygulamalarından elde edilen deney ve kontrol gruplarına ait ön-test ve son-test sonuçları Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 14. Araştırmanın Yürütüldüğü Ünitelere Göre Deney ve Kontrol Gruplarının Bağımlı-t Testi Sonuçları

Üniteler	Grup	Test türü	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen-d
Hücre ve Bölünmeler	Deney (N:23)	Ön-test	8,00	8,34	2	11,012	.000	2,52
		Son-test	49,82	21,86				
	Kontrol (N:26)	Ön-test	12,26	6,98	5	4,709	.000	1,16
		Son-test	31,00	21,72				
Kuvvet ve Enerji	Deney (N:23)	Ön-test	27,52	11,81	2	12,711	.000	2,88
		Son-test	83,26	24,69				
	Kontrol (N:26)	Ön-test	24,46	16,23	5	6,245	.000	1,43
		Son-test	59,92	30,92				
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	Deney (N:23)	Ön-test	32,52	11,77	2	12,009	.000	2,75
		Son-test	107,04	36,40				
	Kontrol (N:26)	Ön-test	24,61	17,77	5	5,576	.000	1,41
		Son-test	63,76	34,76				

($\bar{x}$; aritmetik ortalama, Ss; standart sapma, Sd; serbeslik derecesi)

Tablo 14 incelendiğinde, deney grubunda eleştirel düşünme stratejileri ile, kontrol grubunda mevcut öğretim programıyla yürütülen fen bilimleri dersinin araştırmanın gerçekleştirildiği üç ünite de öğrencilerin kavramsal anlamalarının son-testler lehine anlamlı farklılık gösterdiği görülmüştür ($p < .05$). Bu noktada hem eleştirel düşünme stratejileri ile hem de mevcut öğretimle yürütülen uygulamaların öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu etkilediği ifade edilebilir. Eleştirel düşünme stratejileri ile öğretim müdahalesinde öğrencilerin aktif olarak içinde bulundukları birçok etkinliğe (düşün-eşleş-paylaş, grup çalışmaları, deneyler vb.) katılmaları sebebiyle içerik bilgisine yönelik kavramsal yapılanma sağlanmış olabilir. Bununla birlikte soru çözme ve tekrara

dayalı şekilde yürütülen mevcut öğretim süreci, aktif katılım gerektiren faaliyetleri sınırlı sayıda içermesine rağmen araştırma sorgulamaya dayalı fen bilimleri öğretim programının öğrencilerin kavramsal anlamalarının gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. Mevcut öğretimin öğrencilerin akademik başarılarının üzerinde etkili olduğu (Yıldırım, 2009) ifade edilmekle birlikte, eleştirel düşünme stratejileriyle yürütülen öğretimden elde edilen son-test kavramsal anlama puanlarının daha yüksek olduğu Tablo 14'te görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de kontrol grubunda gerçekleştirilen uygulamaların etki büyüklüğü incelendiğinde her iki uygulamanın da öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde yüksek düzeyde etkili olduğu (Özsoy & Özsoy, 2013) ancak eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş öğretim müdahalesinin Cohen-d değerinin her üç ünite için daha yüksek hesaplandığı belirlenmiştir. Her iki uygulamada da müdahalenin olması sebebiyle kavramsal düzeyde artış beklenen bir durumdur. Ancak deney grubunda yürütülen müdahalenin TGA yöntemi (Altınsoy, 2023; Doğan, Akter, Büber, & Ünal-Çoban, 2023, Özçelik, 2019), düşün-eşleş-paylaş tekniği (Kaddoura, 2013; Sampsel, 2013; Syafii, 2018), grup çalışmaları, görselle desteklenmiş durumlar (Harman & Çökelez, 2017; Korgancı, Miron, Dafinei, & Antohe, 2015; Özbay & Özdemir, 2012; Türkoğuz & Yayla, 2010) gibi öğrencilerin zihinsel olarak aktif oldukları etkinlikler içermesi bu gruptaki başarının ve etki büyüklüğünün daha yüksek olmasına etki etmiştir. Bu doğrultuda, eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen öğretiminin yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarını yüksek düzeyde olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Eleştirel düşünme stratejileri ile yürütülen fen öğretimiyle mevcut öğretimle yürütülen fen öğretiminin etkililiğinin karşılaştırılmasına ilişkin elde edilen ön-test sonuçları Tablo 15'te, son-test sonuçları Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 15. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-Test Bağımsız-t Testi Sonuçları

Üniteler	Grup	Ön-test $\bar{x}$	Ss	Sd	t	p
Hücre ve Bölünmeler	Deney (N:23)	8,00	8,34	47	1,049	.057
	Kontrol (N:26)	12,26	6,98			
Kuvvet ve Enerji	Deney (N:23)	27,52	11,81	47	0,746	.460
	Kontrol (N:26)	24,46	16,23			
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	Deney (N:23)	32,52	11,77	43,728*	1,854	.071
	Kontrol (N:26)	24,61	17,77			

*Varyanslar eşit değildir.

Deney ve kontrol gruplarına her ünitenin öncesinde uygulanan ön-testlerden elde edilen verilerin bağımsız t-testi sonuçları incelendiğinde (Tablo 15), öğrencilerin kavramsal anlamalarının farklılaşmadığı görülmüştür ($p>.05$). Bu doğrultuda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamalarının her ünite öncesinde benzer özellikler gösterdiği söylenebilir.

Tablo 16. Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Öğretiminin Etkililiğine Yönelik Bağımsız-t Testi Sonuçları

Üniteler	Grup	Son-test $\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen-d
Hücre ve Bölünmeler	Deney (N:23)	49,82	21,86	47	3,019	.004	0,86
	Kontrol (N:26)	31,00	21,72				
Kuvvet ve Enerji	Deney (N:23)	83,26	24,69	47	2,893	.006	0,83
	Kontrol (N:26)	59,92	30,92				
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	Deney (N:23)	107,04	36,40	47	4,253	.000	1,21
	Kontrol (N:26)	63,76	34,76				

Tablo 16 incelendiğinde, deney ve kontrol grupları arasında araştırmanın yürütüldüğü Hücre ve Bölünmeler, Kuvvet ve Enerji ile Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p < .05$). Ünitelere yönelik son-test ortalamaları dikkate alındığında, eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen öğretiminin mevcut öğretimle yürütülen fen öğretimine kıyasla öğrencilerin kavramsal anlamalarının gelişimine olumlu yönde daha fazla katkı sağladığı söylenebilir. DDÖ yaklaşımıyla tasarlanan fen bilimleri dersinde öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırmak için birden fazla materyal kullanılmıştır. Örneğin, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinin karışımların ayrılması konusunda, bilgi kartları, düşün-eşleş-paylaş, ölçüt geliştirme, ilgisiz olanlardan ilgili olanları ayırt etme, arkadaşlarının görüşlerini değerlendirme gibi birden fazla etkinlik yürütülmüştür. Bu etkinliklerde öğrencilerin yoğun şekilde içeriğe maruz kalması kavramsal anlamalarını da olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

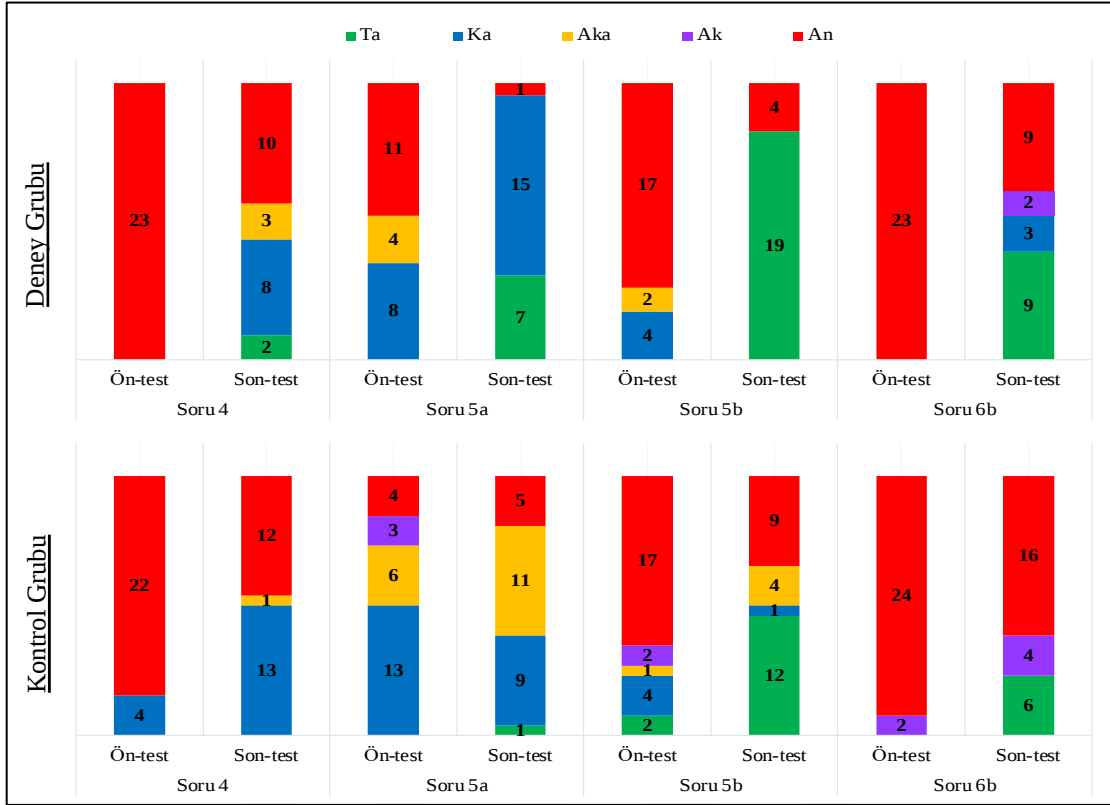
Öğrencilerin KAT'ların ön-test ve son-testlerdeki ilerlemelerini izlemek amacıyla sorular bazında bulundukları kategoriler belirlenmiştir. Hücre ve Bölünmeler ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorularda öğrencilerin ön-test ve son-testte bulundukları kategoriler Grafik 1'de sunulmuştur.



Grafik 1. Hücre ve bölünmeler ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorulara göre öğrenci frekansları

Grafik 1 incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun ön-testlerde cevap vermediği görülmektedir. Kontrol grubu ise ikinci soru hariç cevap yok kategorisinde yer almaktadır. Son-testler incelendiğinde, deney grubundan daha fazla öğrencinin doğru seçenek-tam anlama kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber son-testlerde yanlış seçenek belirten kontrol grubundaki öğrenci sayısı deney grubundaki öğrenci sayısından fazladır. Deney grubundaki öğrencilerin doğru seçeneği seçme ve seçiminin gerekçesini kavramsal olarak destekleme durumlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Hücre ve Bölünmeler ünitesi KAT'ında yer alan açık uçlu sorulardan elde edilen bulguların soru bazlı analizi Grafik 2'da sunulmuştur.

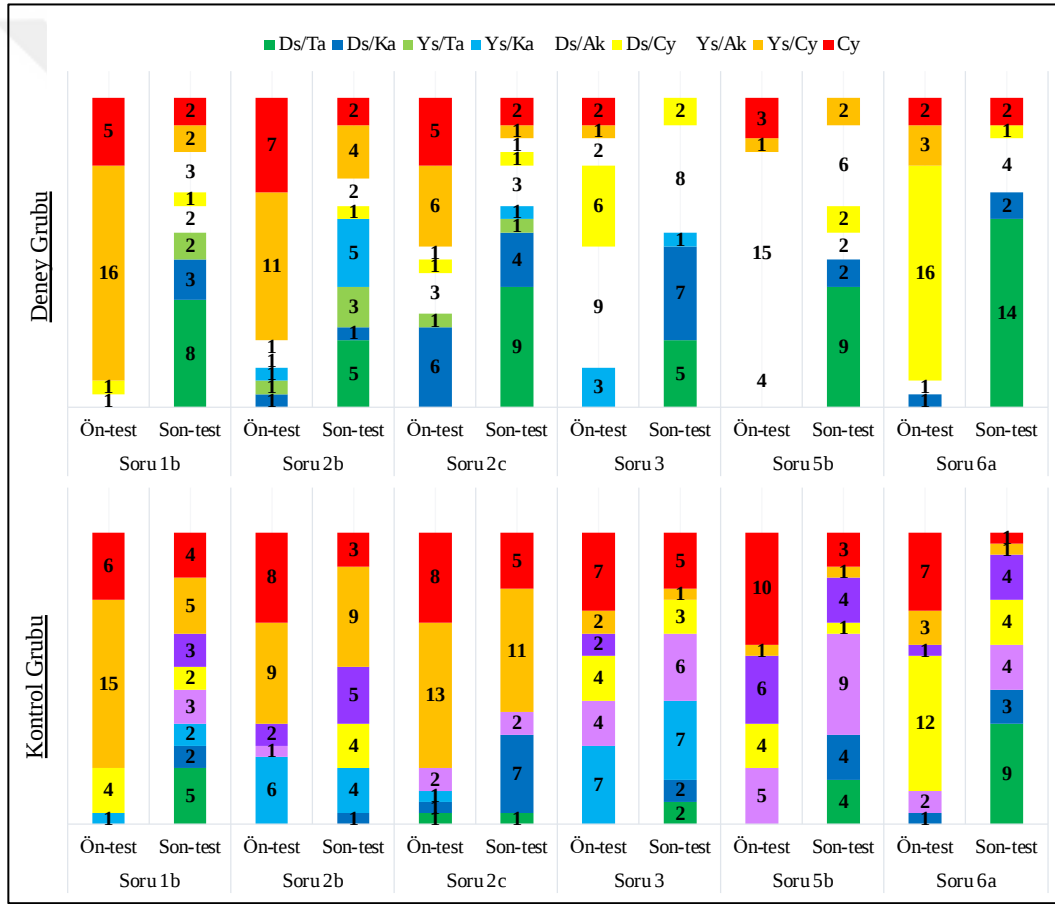


Grafik 2. Hücre ve bölünmeler ünitesi KAT'ında yer alan açık uçlu sorulara göre öğrenci frekansları

Grafik 2 incelendiğinde ön-testte deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu anlamama kategorisinde yer almaktadır. Benzer şekilde, ön-testte kontrol grubu öğrencilerinin büyük kısmı da soru 5a hariç anlamama kategorisinde bulunmaktadır. Son-testlere bakıldığında ise, anlamama kategorisinde kontrol grubu öğrenci sayısı deney grubundaki öğrenci sayısından fazla olduğu görülmüştür. Bu bulguyla paralel olarak tam anlama kategorisinde deney grubundan daha fazla sayıda öğrenci bulunmaktadır. Bununla beraber öğrencilerin son-testlerdeki alternatif kavrama içerme durumlarına bakıldığında dördüncü soru hariç kontrol grubundaki öğrencilerin daha fazla alternatif kavramaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Hücre ve Bölünmeler ünitesi KAT'ından sorular bazında elde edilen bulgulara bakıldığında deney grubundaki öğrencilerin kavramsal olarak kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin ön-test ve son-testlerdeki gelişim durumlarına karşılaştırmalı olarak bakıldığında son-testte anlamama ve cevap vermeyen öğrenci sayısının azaldığı tam anlama ve doğru seçenek-tam anlama kategorilerindeki öğrenci sayısının arttığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin de son-testte ilerleme kat ettiği tespit edilmekle beraber doğru cevap-tam anlama kategorilerindeki öğrenci sayısının diğer kategorilere göre az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte deney grubundaki öğrencilerin alternatif kavramaya sahip olma durumları öğretim müdahalesinden sonra düşüş göstermiş ve çoğunlukla kontrol

grubundaki öğrencilerden daha az sayıda öğrencinin alternatif kavramaya sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin artan kavramsal bilgisi de alternatif kavramalarının azalmasını ya da tamamen giderilmesini desteklemiştir (Kalaycı & Bakır, 2018; Özay-Köse, 2014). Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik planlanan öğretim; kavram analizi, benzerlik ve farklılıkları belirleme, bilgi kartları, model üzerine transfer etme, poster hazırlama gibi birçok etkinlik içermektedir. Bu etkinlikler sırasında öğrenciler ilgili becerileri kullanmayı öğrenirken konuya yönelik içerik bilgisini de edinmiştir (Swartz, 2012). Öğrenciler stratejileri kullanmayı öğrendikçe farklı soruları çözüme ulaştırmak için soruyu analiz ederek soruyla ilişkili içerik bilgisini seçebilir. Kuvvet ve Enerji ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorularda öğrencilerin ön-test ve son-testte bulundukları kategoriler Grafik 3'te sunulmuştur.

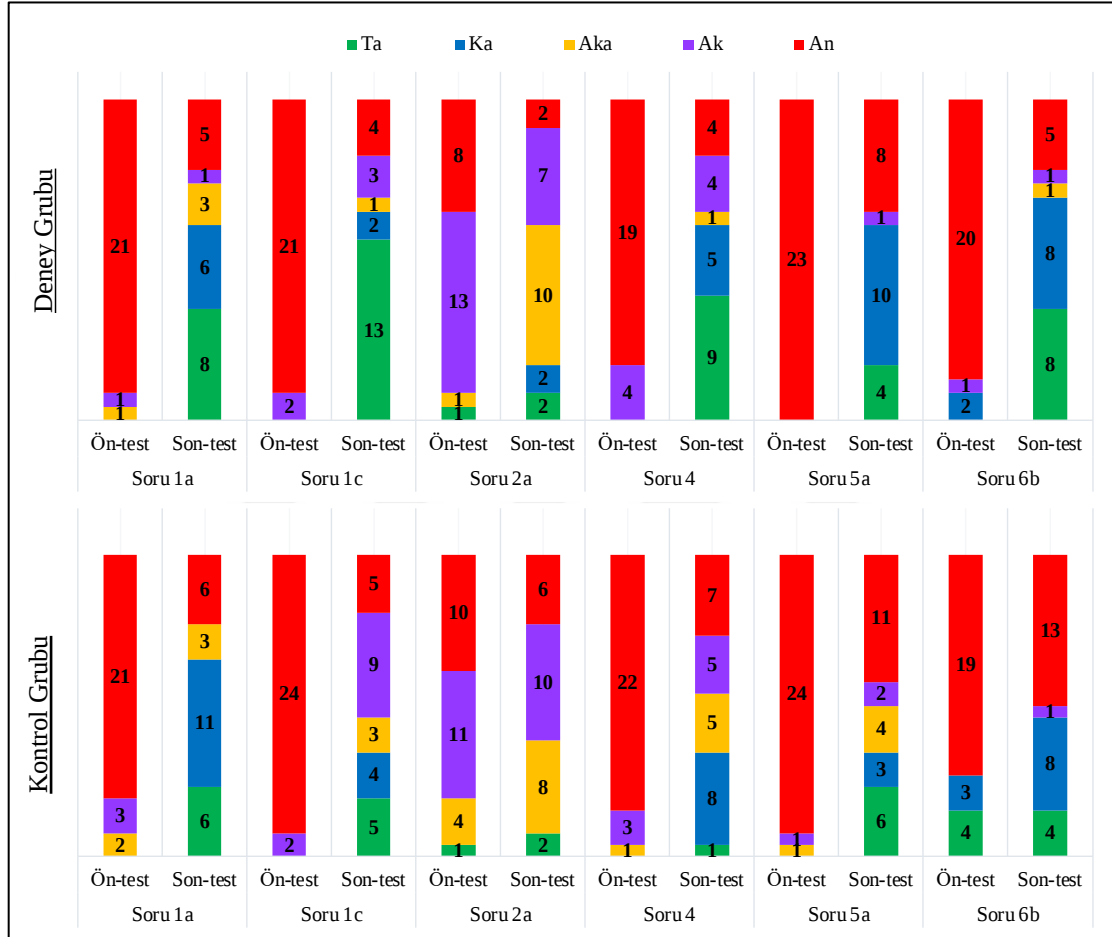


Grafik 3. Kuvvet ve Enerji ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorulara göre öğrenci frekansları

Grafik 3 incelendiğinde hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin büyük kısmının ön-testlerde cevap vermediği ya da yanlış seçeneği işaretlediği belirlenmiştir. Son-testlere bakıldığında ise deney grubundan daha fazla sayıda öğrencinin doğru seçenek-tam anlama kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğrencilerin alternatif kavrama içerme durumları incelendiğinde üç soruda (2b, 5b,

6a) kontrol grubu, iki soruda (2c, 3) deney grubu öğrencilerinin daha fazla alternatif kavrama içeren cevap verdiği tespit edilirken soru 1b’de eşit sayıda eşit öğrencinin alternatif kavramaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Kuvvet ve Enerji ünitesi KAT’ında yer alan açık uçlu sorulardan elde edilen bulguların soru bazlı analizi Grafik 4’te sunulmuştur.

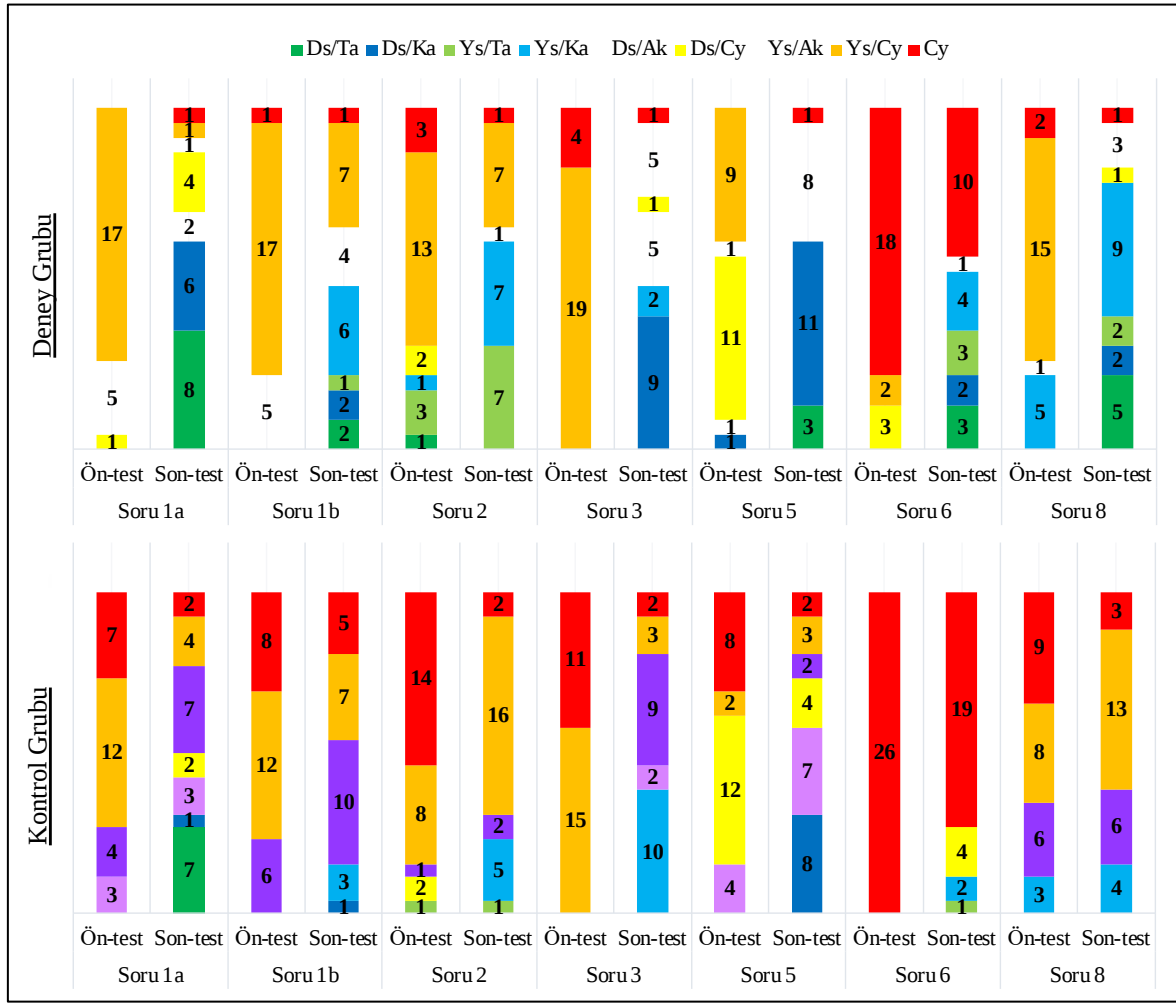


Grafik 4. Kuvvet ve Enerji ünitesi KAT’ında yer alan açık uçlu sorulara göre öğrenci frekansları

Grafik 4’e bakıldığında, ön-testlerde soru 2a hariç deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çoğunlukla anlamama kategorisinde olduğu görülürken soru 2a’da anlamama kategorisine yakın sayıda öğrencinin alternatif kavrama kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir. Son-testlere verilen cevaplar incelendiğinde ise, tam anlama kategorisinde deney grubundan daha fazla öğrencinin bulunduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubundan daha fazla sayıda öğrenci ise anlamama kategorisinde yer almaktadır. Bununla beraber, soru 2a’ya yönelik hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin alternatif kavramalarının devam ettiği görülmektedir.

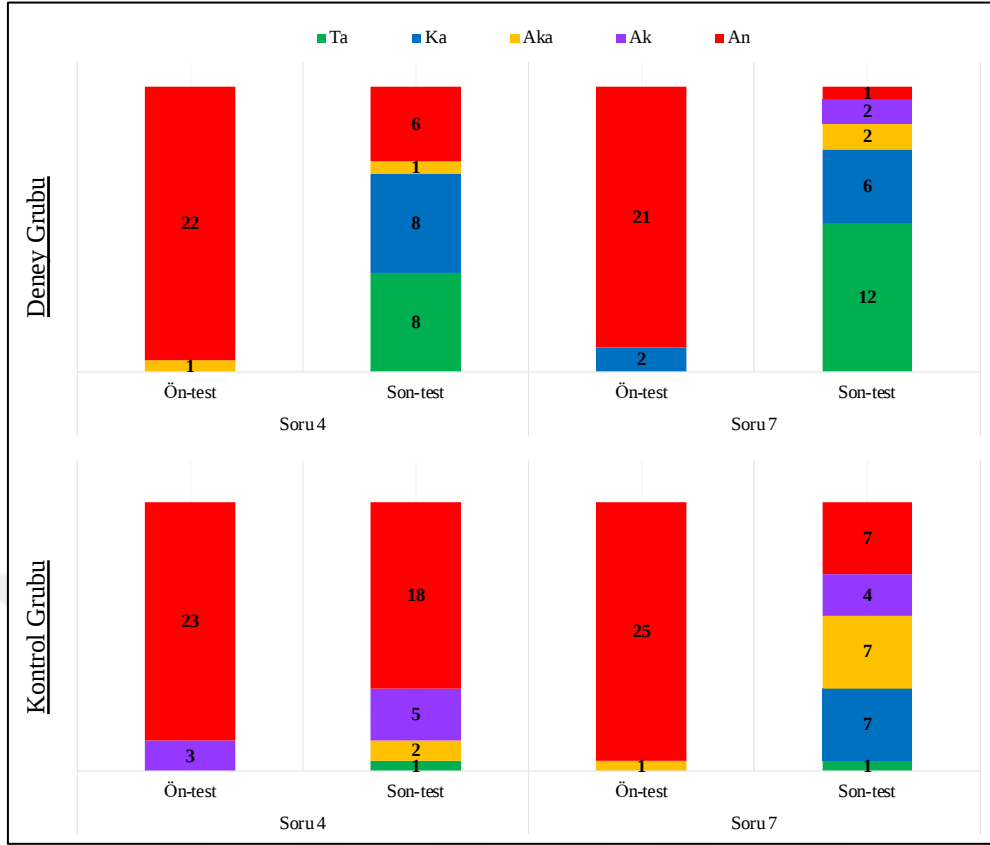
Kuvvet ve Enerji ünitesi KAT'ından sorular bazında elde edilen bulgular incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin ön-test ve son-testlerdeki gelişim durumlarının karşılaştırmalı analizinde son-testte anlamama ve cevap vermeyen öğrenci sayısının azaldığı tam anlama ve doğru cevap-tam anlama kategorilerindeki öğrenci sayısının arttığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrenciler son-testte gelişim göstermelerine rağmen tam anlama ve doğru seçenek-tam anlama kategorilerinde deney grubu öğrencilerine kıyasla daha az sayıda öğrenci bulunmaktadır. DDÖ yaklaşımı doğrultusunda tasarlanan Kuvvet ve Enerji ünitesinin öğretiminde kavram analizleri, TGA, ölçüt geliştirme, yapılandırılmış grid, sebep sonuç ilişkisi kurma gibi birçok yöntem ve stratejiden faydalanılmıştır. Öğrencilerin yoğun şekilde etkinliğe tabi tutulmalarının onları güdüleyerek kavramsal anlamalarının gelişimine katkı sağladığı (Harman & Çökelez, 2017; Korgancı vd., 2015) düşünülmektedir. Bu noktada, deney grubunda yürütülen etkinliklerin bu gruptaki öğrencilerin, kavramsal olarak kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi düzeyde olmasına sebep olduğu söylenebilir. Bununla birlikte her iki gruptaki öğrencilerin ağırlık kavramıyla ilgili alternatif kavramlarının son-testte de devam ettiği görülmektedir. Ağırlık ve kütle kavramları sıklıkla karıştırılmakta olup kütle yerine genellikle ağırlık kavramı kullanılmaktadır. Bu kavramların günlük yaşantıda yerinin olması alternatif kavramların giderilmesini güçleştirmektedir (Adadan, 2014; Özmen, 2011). Deney grubunda ağırlık ve kütlenin farkına sıklıkla vurgu yapılmasına ve yanlış kullanımı belirtilmesine rağmen son-testlerde yine hatalı kullanımla karşılaşmıştır. Bu doğrultuda, her iki gruba uygulanan yaklaşımların onların köklü alternatif kavramlarının giderilmesinde yardımcı olmadığı söylenebilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorularda öğrencilerin ön-test ve son-testte bulundukları kategoriler Grafik 5'te sunulmuştur.



Grafik 5. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi KAT'ında yer alan iki aşamalı sorulara göre öğrenci frekansları

Grafik 5 incelendiğinde ön-testlerde deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun yanlış seçenek-cevap yok kategorisinde, kontrol grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun ise cevap yok kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ön-testlerde her iki gruptan alternatif kavramaya sahip öğrencilerin olduğu görülmektedir. Son-testlere bakıldığında, deney grubundaki öğrencilerin daha sıklıkla doğru seçenek-kısmen anlama, kontrol grubundaki öğrencilerin ise yanlış seçenek-kısmen anlama kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, doğru seçenek-tam anlama kategorisinde deney grubundan daha fazla öğrenci yer almaktadır.



Grafik 6. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi KAT'ında yer alan açık uçlu sorulara göre öğrenci frekansları

Grafik 6'ya bakıldığında hem deney hem de kontrol grubundan öğrencilerin ön-testte anlamama kategorisinde olduğu görülmektedir. Son-testlerde ise, deney grubundaki öğrencilerin daha sıklıkla tam anlama ve kısmen anlama kategorilerinde olduğu belirlenirken kontrol grubundaki öğrencilerin anlamama kategorisinde yer aldıkları tespit edilmiştir. Bununla beraber öğrencilerin son-testlerdeki alternatif kavrama içermeye durumlarına bakıldığında kontrol grubundaki öğrencilerin daha fazla alternatif kavramaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi KAT'ından sorular bazında elde edilen bulgulara bakıldığında her iki gruptaki öğrencilerin ön-test ve son-testlerdeki gelişim durumlarına karşılaştırmalı olarak bakıldığında son-testte anlamama ve cevap vermeyen öğrenci sayısının azaldığı tam anlama ve doğru seçenek-tam anlama kategorilerindeki öğrenci sayısının arttığı görülmektedir. Son-testte deney grubundan daha fazla öğrencinin doğru seçenek-tam anlama ve doğru seçenek-kısmen anlama kategorilerinde olduğu belirlenmiştir. Saf Maddeler ve Karışımlar ünitesinde öğrenciler tüm süreç boyunca geliştirdikleri becerileri çeşitli etkinliklerde kullanmışlardır (TGA, yapılandırılmış grid, karşılaştırma, modelleme vb.). Bu sebeple deney grubunda daha fazla öğrencinin daha üst düzeyde olması beklenen bir durumdur. Bununla beraber, kontrol grubundan öğrencilerinin bir kısmı kısmen anlama düzeyinde olmakla birlikte, bir kısmının da alternatif

kavramaya sahip oldukları tespit edilmiştir. Deney grubundan daha az sayıda öğrencinin alternatif kavramaya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda, deney grubu öğrencilerinin kavramsal olarak kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

Araştırmanın yürütüldüğü KAT'lerden elde edilen bulgulara genel olarak bakıldığında hem eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen öğretiminin hem de mevcut öğretimle yürütülen fen dersinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği görülmüştür (Tablo 14). Öğrencilerin aktif olduğu öğretim yaklaşımlarının kavramsal anlamayı olumlu etkilediği bilinse bile mevcut fen öğretiminin de akademik başarıyı arttırdığı göz ardı edilmemelidir (Yıldırım, 2009). İki öğretim yönteminden hangisinin daha etkili olduğu analiz edildiğinde ise eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen öğretiminin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin ortalamalarının daha yüksek ve bu grup lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (Tablo 16). Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin yürütülmesinde eleştirel düşünme yaklaşımlarından konu tabanlı yaklaşım benimsenmiştir. Bu yaklaşım öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olan eleştirel düşünme öğretim yollarından biridir (Akınoğlu, 2001; Schreglmann, 2016). Öğretimin tasarımında yer alan etkinlikler, her konuda olabildiğince fazla sayıda stratejiyi kullanarak içerik bilgisinin kazandırılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Örneğin, fiziksel iş konusunun öğretiminde sözcükleri açık hale getirmek için kavram analizi yapılmıştır. Kritik özelliklere karar verildikten sonra öğrenciler öğrendiklerini transfer ederek iş örnekleri yazmışlardır. Daha sonra ilişkisiz olgulardan ilgili olanları ayırt etme stratejisi için öğrenciler günlük yaşantılarından yanlış kullanılan bir iş örneği ifade etmişlerdir. Öğrencinin fiziksel iş konusunda yaptığı etkinlikler hem konunun içerik bilgisini edinmesini sağlamakta hem de stratejileri kullanmada gelişmesini desteklemektedir (Swartz, 2008, 2012; Swartz & McGuinness, 2014). Bununla birlikte soru bazlı öğrencilerin bulundukları kategoriler incelendiğinde deney grubundan daha fazla öğrencinin tam anlama kategorisinde olduğu ve cevaplarının gerekçelerini kavramsal olarak daha detaylı ve doğru şekilde açıkladıkları belirlenmiştir. Konu tabanlı yaklaşımın gereklilikleri doğrultusunda eleştirel düşünme stratejileri öğrencilere açık şekilde verilmektedir (Glaser, 1984, 1985; Resnick, 1987; Swartz, 1984, 1987; Swartz & Reagon, 1998). Bu stratejilerin açık şekilde verilmesi durumu DDÖ yaklaşımının ilk aşamasında öğrencilere stratejinin tanıtımı ve ikinci aşamada etkinliklerde hangi stratejiyi kullanacaklarının açıklanması şeklinde yürütülmüştür (Swartz, 2012). Deney grubundaki öğrenciler öğretim süreci boyunca etkinliklerde stratejileri kullanırken ulaştıkları sonuçların altında yatan kavramsal bilgiyi ve gerekçelerini sunmaya yönelik bir düşünme rutini oluşturmuşlardır (Tajudin vd., 2019). Bu sebeple KAT'da yer alan sorulara daha detaylı cevap verme alışkanlıkları kazandıkları (Üner & Biber, 2020) söylenebilir. Mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubunda ise dersler genellikle öğretmenin bilgi aktarımı ve pekiştirmek amaçlı test sorularını cevaplama üzerine kurgulanmıştır. Bu tür test sorularının cevaplanmasında öğrenciler soru türlerine alışkanlık geliştirdiği için üst düzey düşünme becerilerini kullanmazlar ve soruları en

hızlı nasıl cevaplayabileceğine odaklanırlar (Schreglmann, 2016). Bu şekilde yürütülen süreçlerde öğrenciler kavramsal bilgiyi yapılandırmak yerine ezberleme eğiliminde olurlar. Halbuki, eleştirel düşünür öğrenciler, bir soruya cevap ararken birçok alt stratejiyi birlikte kullanarak soruya cevaplamaya çalışır. Bu sebeple kavramsal anlamının detaylı sorgulandığı açık uçlu ve iki aşamalı soruların eleştirel düşünme becerisinin aktif şekilde kullanılmasına yol açtığı için eleştirel düşünür öğrencilerin ayırt edilmesine yardımcı olacağı (Sarwanto vd., 2021; Sumarni vd., 2018) söylenebilir. Bu noktada eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamaları daha yüksek olduğu için eleştirel düşünme stratejilerini daha aktif şekilde kullandıkları ifade edilebilir. Öğrenciler bir konuyu öğrenmek için farklı stratejileri içeren sıralı etkinlikler tamamlamışlardır (bakınız fiziksel iş konusu). Stratejileri aktif şekilde kullandıkları için stratejileri kullanma becerileri de gelişmektedir. Bununla birlikte öğrenciler stratejileri süreç içerisinde kazanırken içerik bilgisini de edinmişlerdir. Bu süreç, içerik bilgisi edinilirken stratejileri kullanma becerisinin geliştiği, stratejileri kullanırken içerik bilgisinin edinildiği (Swartz, 2012) döngüsel bir süreç olarak tanımlanabilir. Öğrencilere, araştırmada veri kaynağı olarak kullanılmayan çeşitli iş örneklerinin yer aldığı bir yapılandırılmış grid sunulmuştur. Öğrenciler kavram analizi ve transfer etme becerilerini kullanarak elde ettikleri içerik bilgisini bu sefer ilişkisiz olgulardan ilişkili olanları ayırt etmek için yapılandırılmış gridi inceleyerek cevaplandırmıştır. İncelediği örneğin, fiziksel işin kriterlerini gözden geçirerek iş olup olmadığına karar vermiştir. Bu doğrultuda, deney grubundaki öğrencilerin kavramsal olarak daha iyi düzeyde olmalarında içerik bilgisini kazandırmak için kullanılan stratejilerin ve stratejilere yönelik tasarlanan etkinliklerin etkili olduğu (Salih, 2014; Wongpairim & Songsernb, 2022) şeklinde yorumlanabilir.

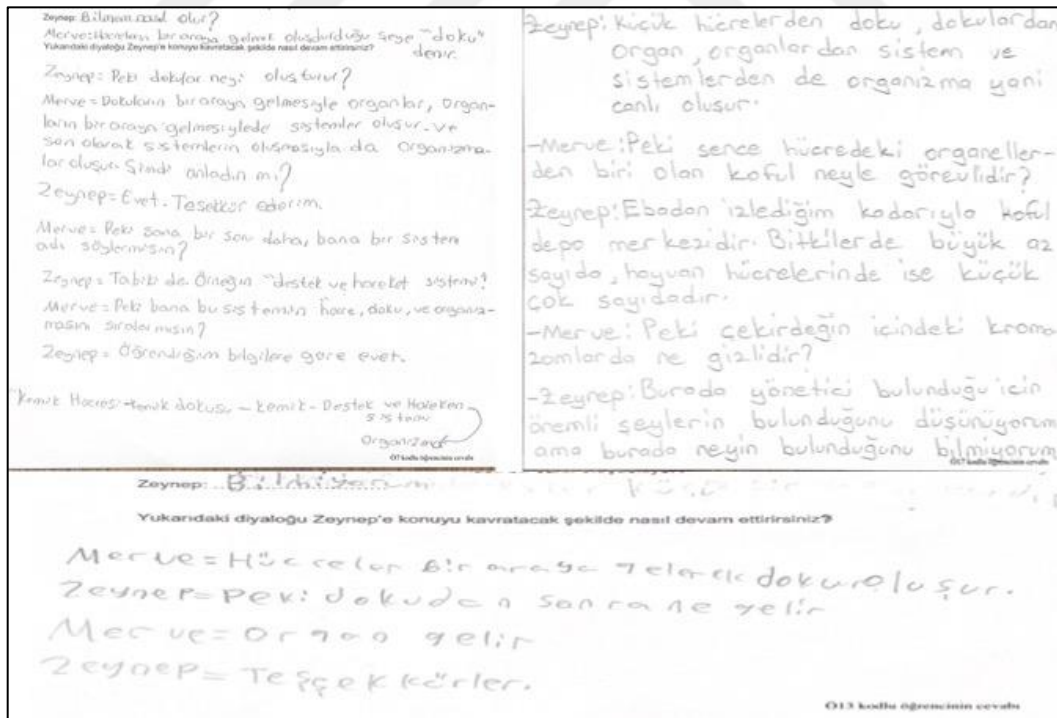
4. 2. Deney ve Kontrol Grubundaki Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerisini Transfer Edebilme Durumları

Öğrencilerin eleştirel düşüncelerini farklı bağlamlarda kullanabilme durumlarını belirlemek amacıyla hem deney hem de kontrol grubunda kullanılan otantik problemlerin analizinden elde edilen bulgular problemler bazında sunulmuştur. Hücre ve hücrenin yapısına yönelik öğrencilere sunulan otantik problemde elde edilen bulgular Tablo 17’de yer almaktadır.

Tablo 17. Hücre ve Hücrenin Yapısı Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö2, Ö4, Ö7, Ö12, Ö21	5	23,80	-	-	-
3. düzey	Ö1, Ö9, Ö11, Ö17, Ö20	5	23,80	Ö3, Ö5, Ö10, Ö13, Ö14, Ö23	6	26,08
2. düzey	Ö5, Ö10, Ö13, Ö14	4	19,04	Ö2, Ö6, Ö8, Ö21, Ö22, Ö24, Ö25	7	30,43
1. düzey	Ö3, Ö6, Ö16, Ö22	4	19,04	Ö1, Ö9, Ö11, Ö16, Ö18-Ö20	7	30,43
Boş	Ö8, Ö15, Ö23	3	14,28	Ö12, Ö15, Ö17	3	13,04

Tablo 17 incelendiğinde, deney grubundan beşer öğrencinin üçüncü ve dördüncü düzeyde olduğu dörder öğrencinin de birinci ve ikinci düzeye uygun cevaplar verdikleri görülmektedir. Kontrol grubundaki altı öğrenci üçüncü düzey, yedişer öğrenci ise birinci ve ikinci düzeyde yer almaktadırlar. Dördüncü düzeyde kontrol grubundan öğrenci bulunmamaktadır. Deney ve kontrol gruplarından üçer öğrenci ise problemleri boş bırakmıştır. Hücre ve hücrenin yapısına yönelik hazırlanan otantik problemde öğrencilerden konudaki eksik öğrenmelerin farkına varıp bir diyalogu tanımlayarak tamamlamaları beklenmektedir. Her ne kadar deney grubunda soruyu çözebilen öğrenci yer alsada aslında öğrencilerin büyük çoğunluğu çözüme ulaşamamıştır. Öğrenciler problemi tanımlayamamış olabilecekleri gibi alt problemlere ayıramamaları sebebiyle çözüme ulaşamamış olabilirler (Aynas, 2018; Ustaoglu, 2020). Öğrencilerin hücre ve hücrenin yapısına yönelik anlamalarında eksikler olmasının onların içeriği seçme ve kullanmalarını etkilediği (Shanta, 2019) şeklinde yorumlanabilir. Yürütülen öğretim müdahalelerinin hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamalarına anlamlı derecede etkisi olmasına rağmen problemi çözmelerine yardımcı olacak şekilde düşünce süreçlerini yapılandırılmada etkili olmadığı söylenebilir. Öğrencilerin hücre ve hücrenin yapısına yönelik düzeyler bazında örnek cevapları Şekil 26'da sunulmuştur.



Şekil 26. Deney grubunun hücre ve hücrenin yapısı otantik problemine yönelik örnek cevapları

Şekil 26 incelendiğinde, dördüncü düzeyde yer alan Ö7 kodlu öğrencinin cevabı detaylı şekilde açıkladığı görülürken üçüncü düzeyde bulunan Ö17'nin daha yüzeysel şekilde açıklamalar

ve cevabın tüm yönlerini içermediği belirlenmiştir. İkinci düzeyde yer alan Ö13 kodlu öğrencinin ise cevabı tamamlamadığı görülmektedir. Ö7 kodlu öğrenci cevabında sonuca adım adım ulaşarak hücre ve organizma ilişkisini kurmuştur. Ö17 ise organelleri kullanarak tasarladığı cevabında tüm organellere yer vermeyip sadece iki örneğe yer vermiştir. Ö13 ise cevabını hücreden organizmaya ilişkisi üzerine kurmaya çalışmış ancak organda diyalogu bitirmiştir. Hücre konusunun öğretiminde hücreyle ilişkili her bir kavram için özellikler belirlenmiş, model üzerinde işaretlemeler yapılmıştır. Ancak bu etkinliklerin öğrencilerin bu ilişkiyi hatırlamaları için yeterli olmadığı görülmektedir. Öğrenciler hücre, doku, organ, sistem, organizma ilişkisini kurmakta ve organizmayı en üst yapı olarak isimlendirmekte güçlük çekmektedirler (Turan & Koç, 2018). Diyalogu tamamlayamayan öğrencilerin kavramlar arasında ilişkileri kuramamaları sebebiyle problemi çözemediği söylenebilir.

Mitoz ve mayoz bölünme konusu için tasarlanan otantik problemde öğrencilerden kendi yaşam süreçlerini göz önünde bulundurarak çizimler yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin çizimlerinden elde edilen bulgular Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18. Mitoz ve Mayoz Bölünme Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö1, Ö4, Ö7, Ö16-Ö18,	6	27,27	Ö1, Ö5, Ö20	3	12
3. düzey	Ö2, Ö12	2	9,09	Ö3, Ö8, Ö25	3	12
2. düzey	Ö3, Ö5, Ö6, Ö8-Ö11, Ö13-Ö15, Ö19, Ö21-Ö23	14	63,63	Ö2, Ö6, Ö7, Ö9-Ö19, Ö22-Ö24	17	68
1. düzey	-	-		Ö4, Ö26	2	8

Deney ve kontrol gruplarının mitoz ve mayoz bölünme otantik problemine verdikleri cevaplar incelendiğinde, her iki grubunda İkinci düzeyde yoğun olarak yer aldığı görülmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin çoğunluğunun mitoz ve mayoz bölünme konusuna yönelik olan otantik problemin bir kısmını çözebildikleri ancak çözüme ulaşamadıkları belirlenmiştir. Deney grubundan daha fazla sayıda öğrenci problemi detaylı şekilde çözebilirken (4. düzey), bu grupta problemi çözemeyen (1. düzey) öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol grubundan ise iki öğrenci birinci düzeyde yer almaktadır. Bu konuya yönelik yürütülen etkinliklerde öğrenciler kavramların özelliklerini belirledikten sonra bilgi kartlarından yararlanarak küçük gruplarla bölünmeler üzerine çalışmışlardır. Daha sonra proje çalışmalarıyla çeşitli materyalleri kullanarak modeller hazırlamışlardır. Bölünmelerin amaçları, bitki ve hayvanlarda bölünmelerin nasıl gerçekleşeceğine kadar çeşitli stratejileri kullanmalarını içeren etkinlikler yürütülmüştür. Öğrenciler konu süresince sözcük analizi, benzerlik ve farklılıkları belirleme, transfer etme gibi stratejileri kullanmışlardır. Bu stratejileri işe koşarak problemi çözüme ulaştıran öğrenci sayısı artmakla birlikte problemi tamamlayamayan öğrenci sayısı oldukça fazladır. Öğrencilerin çizimlerinde mitoz bölünmenin bazı özelliklerine değinmemeleri ve öğrenmelerini organize edememelerinin ilgili ilişkileri seçememelerinden

kaynaklandığı düşünülmektedir (Shanta, 2019). Bu probleme yönelik örnek öğrenci çizimleri Şekil 27’de sunulmuştur.



Şekil 27. Deney grubunun mitoz ve mayoz bölünme otantik problemine yönelik örnek cevapları

Şekil 27’ye bakıldığında, Ö23 kodlu öğrencinin mitoz bölünmenin büyüme özelliğine yönelik bir çizim yaptığı, mayoz bölünmeye ilişkin olarak sperm, yumurta ve zigot hücrelerini çizdiği görülmektedir. Ö12 kodlu öğrencinin çizimlerinde mitoz bölünmenin doku onarımı ve büyüme özelliklerine vurgu yaptığı, mayoz bölünmede ise üremeye yönelik çizimler yaptığı belirlenmiştir. Ancak, öğrencinin çizimlerini açıklamamıştır. Ö17 kodlu öğrencinin uygun çizimlerle birlikte çizimlerini açıklamalarla desteklediği görülmüştür. Öğrencilerin mitoz bölünmeye yönelik yaptığı çizimlerin çoğunlukla büyüme ve doku onarımına yönelik olduğu belirlenmiştir; az sayıda öğrenci üreme özelliğine çizimlerinde yer vermiştir. Bu noktada, öğrencilerin üreme özelliğini mayoz bölünmeyle ilişkilendirdikleri tek hücreli canlıların üremesini göz ardı ettikleri söylenebilir (Bozdağ & Ok, 2018; Chattopadhyay, 2012; Sesli & Kara, 2012). Mayoz bölünmenin insanlar üzerinden anlatılması ben-merkezci düşünerek bu bölünme türüyle daha fazla içsel bağıllık kurmalarının nedeni olabilir (Yörek, 2007). Hücre ve Bölünmeler ünitesi otantik problemlerinin cevaplanmasında deney ve kontrol grubunu öğrenciler arasında farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız t-testi analizi sonuçları Tablo 19’da yer almaktadır.

Tablo 19. Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Otantik Problemlerinin Deney ve Kontrol Grubu Bağımsız t-Testi Sonuçları

Konu	Grup	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen-d
Hücre ve hücrenin yapısı	Deney (N:21)	2,23	1,41	42	1,471	.149	0,44
	Kontrol (N:23)	1,69	1,01				
Mitoz ve mayoz bölünme	Deney (N:22)	2,63	0,92	45	1,442	.156	0,41
	Kontrol (N:25)	2,28	0,79				

Tablo 19 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının Hücre ve Bölünmeler ünitesi otantik problemlerinin cevaplandırmaları arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>.05$). Bu doğrultuda, deney grubunda DDÖ yaklaşımıyla kontrol grubunda mevcut öğretim yaklaşımıyla yürütülen fen derslerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini farklı bağlamlarda kullanmalarında farklılık göstermediği, her iki öğretim yönteminin de benzer sonuçlara ulaştırdığı söylenebilir. Her iki grup için yürütülen etkinliklerde öğrencilerin kavramsal anlamalarının geliştiği belirlenmiştir (bakınız Tablo 14). Öğrencilerin içerik bilgisi kullanarak onlara sunulan problemleri alt problemlere ayırarak probleme çözüm üretmeleri beklenmiştir. Özellikle deney grubunda DDÖ yaklaşımıyla yürütülen öğretim müdahalesinde öğrenciler farklı stratejileri kullanarak içerik bilgisini edinmişler ve stratejileri kullanma becerileri de gelişmiştir (Salih, 2014; Wongpairim & Songsernb, 2022). Ancak deney grubu öğrencilerinin ortalamaları daha yüksek olmasına rağmen kontrol grubuyla bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bu noktada, öğrenciler etkinliklerde stratejileri kullansalar dahi bu stratejilerde içerik bilgisini de işe koşacak kadar yetkin olmadıkları söylenebilir.

Ağırlık konusuna yönelik tasarlanan otantik problemde öğrencilerden kendilerini bir altın tüccarı olarak hayal etmeleri ve Dünya'nın neresinden altın satın alıp neresinde satarlarsa kar elde edeceklerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 20'de yer almaktadır.

Tablo 20. Ağırlık Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö2, Ö7, Ö8, Ö16-Ö18	6	28,57	Ö7, Ö11, Ö14, Ö18	4	17,39
3. düzey	Ö1, Ö6, Ö9-Ö12, Ö14, Ö15, Ö23	9	42,85	Ö1-Ö3, Ö8, Ö10, Ö12, Ö16, Ö19, Ö25, Ö26	10	43,47
2. düzey	Ö4, Ö13, Ö19	3	14,28	Ö4-Ö6, Ö9, Ö17, Ö20, Ö23, Ö24	8	34,78
1. düzey	Ö3, Ö5	2	9,52	Ö22	1	4,34
Boş	Ö22	1	4,76	-	-	-

Tablo 20 incelendiğinde hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin üçüncü düzeyde yoğun şekilde yer aldıkları belirlenmiştir. Ağırlık konusuna yönelik problemin her grup tarafından çözüme ulaştırıldığı ancak çözümün detaylı şekilde açıklanamadığı görülmüştür. Deney grubundan beş, kontrol grubundan dört öğrencinin problemin tüm yönleriyle açıklayabildikleri (4. düzey) tespit edilmiştir. Kontrol grubundan daha fazla sayıda öğrencinin problemi çözüme ulaştıramadığı (2 ve 1. düzeyler) belirlenmekle beraber deney grubundan bir öğrencinin soruyu boş bıraktığı saptanmıştır. Öğrencilerin ağırlığın değişimiyle ilgili otantik probleme düzeyler bazında verdikleri cevaplardan örnekler aşağıda yer almaktadır.

4. düzey için deney grubundan Ö2 kodlu öğrenci; “Ekvatordan alıp kutuplarda satarsak kar etmiş oluruz. Çünkü ekvatorun yer çekimi daha az, kutuplardaki yer çekimi daha fazladır.”

3. düzey için deney grubundan Ö12 kodlu öğrenci; “Ekvatorda alıp, kuzeyde satarım. Çünkü, ekvator çekirdekten daha uzak, kuzey ise çekirdeğe daha yakın.”

2. düzey için deney grubundan Ö19 kodlu öğrenci; “Kutuplara yakın yerlerde satarsa daha fazla kar eder. Çünkü merkeze yakın olduğu için altının gramı artar.”

1. düzey için deney grubundan Ö3 kodlu öğrenci; “Türkiye’de Zonguldak’a giderdim. Dinamometre ile ölçüp kar yapardım.”

Öğrenci cevapları incelendiğinde, dördüncü düzeyde yer alan Ö2 kodlu öğrencinin çözüm yolunun gerekçesini açıkladığı, 3. düzeyinde ise Ö12 kodlu ise yer çekimi kavramını kullanmadığı belirlenmiştir. İkinci düzeyde ise Ö19 kodlu öğrenci ise altını satın alacağı yeri ifade etmezken birinci düzeydeki Ö3 kodlu öğrenci ise probleme ilişkin anlamlı bir çözüm sunmamıştır. Deney grubunda bu konunun öğretiminde ağırlığın konuma göre değişimini fark etmeleri için deniz seviyesinde ve dağın tepesinde bulunan görsel ile kutup noktası ve ekvatorda olan birinin görseli kullanılmıştır. Görsellerin yan tarafında kişinin ilgili konumlarda kütle ve ağırlık değerleri yer almaktadır. Öğrencilerin bir bağlam içinde ağırlığın nasıl değiştiğini belirlemelerinin (Aderonmu & Adolphus, 2012; Yuliati vd., 2018) onların otantik problemleri çözmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla beraber ikinci düzeyde cevap veren öğrencinin merkeze yaklaştıkça kütlenin artacağını ifade etmesi alternatif kavramaya sahip olduğunu göstermektedir (Cerrah-Özsevgeç, Yurtbakan, & Uludüz, 2019; Duman & Avcı, 2014; Rosli & Nasir, 2017). Öğrencilerin öğretim sürecinde sahip oldukları alternatif kavramaları problemlerin çözümüne de yansıtırları söylenebilir.

Fiziksel iş konusuna yönelik tasarlanan otantik problemde öğrencilerden bir günde yaptıkları faaliyetleri düşünerek bunlardan hangilerinin iş hangilerinin iş olmadığını belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 21’de yer almaktadır.

Tablo 21. Fiziksel İş Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö4, Ö6, Ö12, Ö15	4	17,39	Ö20	1	4
3. düzey	Ö2, Ö3, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16-Ö19, Ö21, Ö23	13	56,52	Ö1-Ö3, Ö7, Ö8, Ö14, Ö23-Ö26	10	40
2. düzey	Ö1, Ö5, Ö7, Ö9	4	17,39	Ö4-Ö6, Ö10-Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö22	12	48
1. düzey	Ö20, Ö22	2	8,69	Ö9, Ö17	2	8

Fiziksel iş otantik problemine yönelik öğrenci cevapları incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun problemi doğru çözdüğü görülmektedir (4 ve 3. düzey). Bu öğrencilerden dördü çözümünü detaylı şekilde açıklarken, 13’ünün açıklamalarının yüzeysel kaldığı belirlenmiştir. Kontrol grubundan sadece bir öğrenci çözümünü tüm yönleriyle açıklarken 10 öğrencinin cevabı yüzeysel kalmıştır. Bununla birlikte, problemi sonuca ulaştıramayan ya da

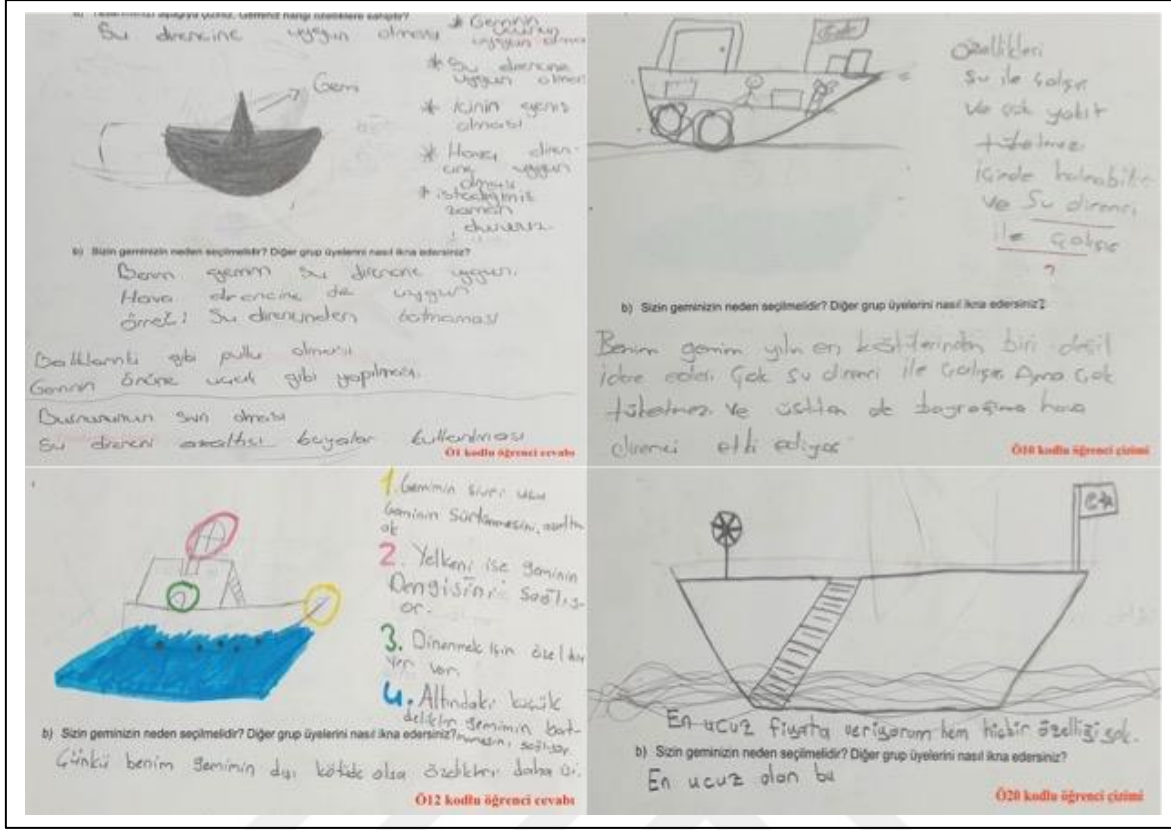
fiziksel iş konusuyla ilgili alternatif kavramaya sahip oldukları görülmüştür. Bu öğrencilerin alternatif kavramalarının yürütülen uygulamalarla değiştirilemeyecek kadar güçlü olduğu söylenebilir (Adadan, 2014; Çavdar, Okumuş, Alyar, & Doymuş, 2017).

Sürtünme kuvveti konusuna yönelik hazırlanan otantik problemde öğrencilerden bir oyuncak geliştirme şirketinde çalıştıklarını hayal etmelerini, uzaktan kumanda ile kontrol edilen oyuncak bir gemi tasarımları ve geminin hızlı gidebilmesi için sahip olması gereken özellikleri belirtmeleri istenmiştir. Tasarımlarının özelliklerini belirterek karşılarındaki müşteriye tasarımı satın almaya ikna etmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22. Sürtünme Kuvveti Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö1, Ö2, Ö6, Ö7, Ö14, Ö17, Ö19, Ö21	8	36,36	Ö3, Ö8	2	9,09
3. düzey	Ö3-Ö5, Ö12, Ö16, Ö18	6	27,27	Ö13, Ö22, Ö23	3	13,63
2. düzey	Ö8-Ö10, Ö13, Ö22, Ö23	6	27,27	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö12, Ö14, Ö15, Ö18-Ö21, Ö24-Ö26	14	63,63
1. düzey	Ö15, Ö20	2	9,09	Ö9, Ö11, Ö17	3	13,63

Tablo 22’ye bakıldığında deney grubundaki öğrencilerin sekizinin 4. düzeyde, altışar tanesinin ikinci ve üçüncü düzeylerde yer aldığı görülmektedir. Kontrol grubu incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun problemin bir kısmını çözdüğü ancak sonuca ulaşamadıkları tespit edilmiştir (2. düzey). İki öğrenci problemi çözerek detaylı şekilde açıklarken, üç öğrencinin problemin çözümüne yönelik açıklamaları yüzeysel kaldığı saptanmıştır. Sürtünme kuvvetine ilişkin otantik problemi çözemeyen (1. düzey) deney grubunda iki, kontrol grubunda ise üç öğrenci bulunmaktadır. Deney grubunda bu konuya yönelik yürütülen etkinliklerde öğrenciler her bir kavramın ayrı ayrı özelliklerini belirledikten sonra TGA yöntemiyle hava ve su direncine yönelik etkinlikler yürütmüşlerdir. Daha sonra, öğrenciler gözlemlerini yorumlayarak hava ve su direncinden hangisinin daha güçlü olduğunu belirlemişler ve sürtünme kuvvetinin olumlu özellikleri hakkında yorumlar oluşturmuşlardır. Farklı stratejileri içerecek şekilde tasarlanan bu konuya yönelik müdahalenin öğrencilerin birçok açıdan kavramları anlamasına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Sürtünme kuvvetine yönelik tasarlanan otantik probleme yönelik örnek öğrenci cevapları Şekil 29’da yer almaktadır.



Şekil 29. Deney grubunun sürtünme kuvveti otantik problemine yönelik örnek cevapları

Şekil 29 incelendiğinde, dördüncü düzeydeki Ö1 kodlu öğrencinin hem hava hem de su direncini dikkate alarak bir tasarım yaparken, üçüncü düzeydeki Ö12 kodlu öğrenci ise ilgili kavramları ifade etmeden çizimini açıklamıştır. İkinci düzeydeki Ö10 kodlu öğrenci ise çizimini açıklarken hatalı ifadeye (su direnci ile çalışır) yer verirken birinci düzeydeki Ö20 kodlu öğrenci bilimsel bir açıklama sunmamıştır. Konuya yönelik yürütülen TGA etkinliğinde öğrencilerin doğru sonuçlara ulaşmalarına rağmen sonuca yol açan sebepleri belirtmede yüzeysel seviyede kaldıkları belirlenmiştir (bakınız Tablo 103). Bu sonuca rağmen problemin bir bağlam içinde yaratıcılıklarını da kullanmalarına izin verecek şekilde sunulmasının, öğrencilerin büyük kısmını güdüleyerek problemi çözme motivasyonlarını arttırdığı (Kıryak, Candaş, Karanisoğlu, & Özmen, 2019) gözlenmiştir. Öğrenciler cevap kağıtlarında tasarladıkları gemilerin özelliklerini öne çıkaracak açıklamalara yer vermişlerdir. Bu doğrultuda, sunulan problem sayesinde öğrencilerin sürtünme kuvveti konusunu yaşantılarıyla ilişkilendirmelerini sağlayarak edindikleri bilgi, tutum ve becerileri transfer edebildikleri söylenebilir (Güzel-Yücel & Koç, 2019).

Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik tasarlanan otantik problemlere deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının bağımsız t-testi analizi sonuçları Tablo 23'te yer almaktadır.

Tablo 23. Kuvvet ve Enerji Ünitesi Otantik Problemlerinin Deney ve Kontrol Grubu Bağımsız t-Testi Sonuçları

Konu	Grup	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen-d
Ağırlık	Deney (N:21)	2,76	1,09	42	0,079	.937	0,03
	Kontrol (N:23)	2,73	0,81				
Fiziksel iş	Deney (N:23)	2,82	0,83	46	1,548	.128	0,44
	Kontrol (N:25)	2,48	0,71				
Sürtünme kuvveti	Deney (N:22)	2,90	1,01	42	2,639	.012	0,79
	Kontrol (N:22)	2,18	0,79				

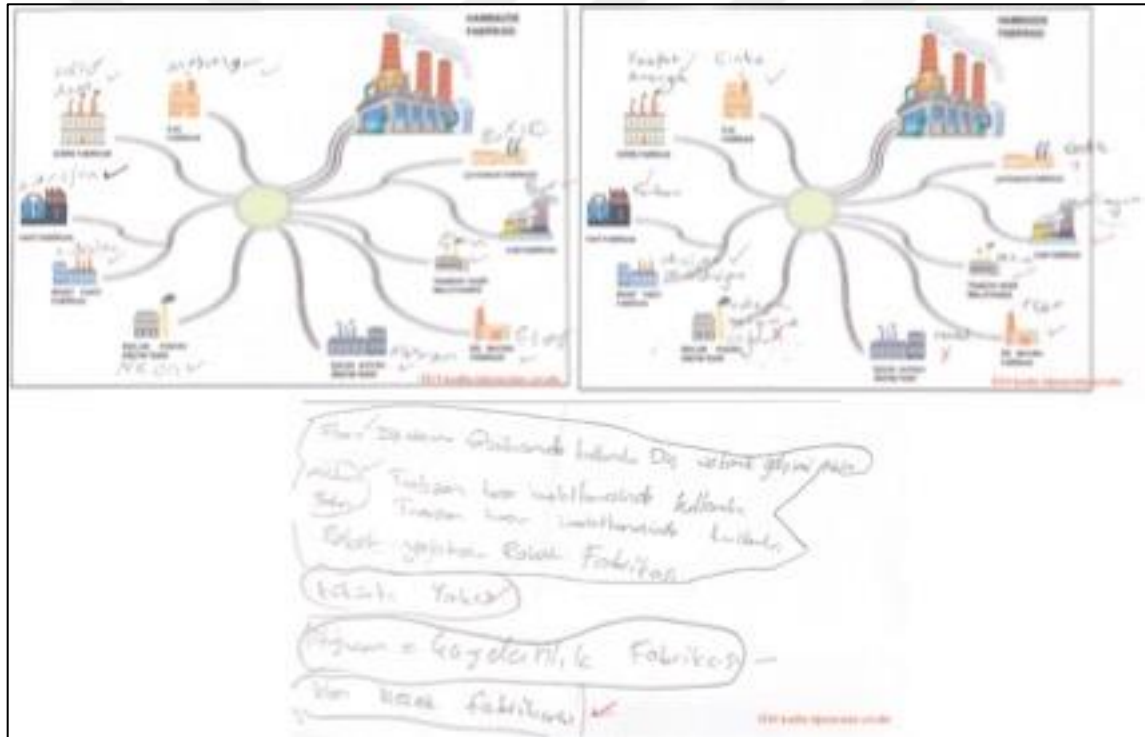
Tablo 23 incelendiğinde, ağırlık ve fiziksel iş konuları otantik problemlerinin bağımsız-t testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>.05$). Ancak, sürtünme kuvveti otantik probleminde deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<.05$). Bu doğrultuda, sürtünme kuvveti konusunda DDÖ yaklaşımıyla deney grubunda DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen dersinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini farklı bağlamlarda kullanma durumlarını olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir. Tüm konulara yönelik tasarlanan etkinliklerde öğrencilerin stratejileri kullanarak içeriği öğrenmesi, içeriği öğrenirken de stratejinin gelişmesi amaçlanmıştır. Öğretimin içindeki strateji yoğunluğu ne kadar artarsa öğrenciler öğrendikleri kavramları o kadar detaylı çözümleyebilecek (Swartz & Parks, 1994) ve kazandığı becerileri farklı bağlamlara transfer edebilecekler (Çorapçıgil, 2014; Siew & Mapeala, 2016; Şahin, 2016). DDÖ yaklaşımıyla deney grubunda yürütülen uygulamalarda strateji kullanımının yoğunlaşıp içerik bilgisiyle beraber aktarılabilir duruma gelmesinin sürtünme kuvveti konusunda olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin stratejilerini ve içerik bilgisini transfer edebilmeleri için bilişsel olarak bir seviyeye gelmeleri gerektiği ve bu seviyeden sonra anlamlı farklılık oluşturacak şekilde otantik problemleri çözebildiği söylenebilir.

Elementler ve bileşikler konusuna yönelik tasarlanan otantik problemde öğrencilerden hammadde şirketinin patronu olduklarını hayal etmeleri ve hammadde dağıttıkları fabrikalardan yola çıkarak kendilerinin hangi hammaddeye sahip olduklarını belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 24. Element-Bileşik Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö2, Ö6, Ö11, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19	7	38,88	-	-	-
3. düzey	Ö1, Ö3-Ö5, Ö7, Ö8, Ö13, Ö14	8	44,44	Ö1-Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö13, Ö17, Ö18, Ö20, Ö23	12	66,66
2. düzey	Ö10, Ö12, Ö17	3	16,66	Ö4, Ö12, Ö19, Ö22, Ö26	5	27,77
1. düzey	-	-	-	Ö9	1	5,55

Elementler ve bileşikler otantik probleminden elde edilen bulgular incelendiğinde, dördüncü düzeyde deney grubundan yedi öğrenci yer alırken, kontrol grubundan bu düzeyde öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol grubundan 12 öğrenci problemin çözümüne ilişkin yüzeysel açıklamalar sunarken, deney grubunda bu sayı sekizdir. Problemi sonuca ulaştıramayan kontrol grubunda beş, deney grubunda ise üç öğrenci bulunmaktadır (2. düzey). Kontrol grubundan bir öğrenci problemi çözemezken (1. düzey), deney grubunda bu düzeyde öğrenci yer almamaktadır. Elementler ve bileşikler konusunda deney grubunda bilgi kartları kullanarak öğrenciler elementlerin ortak kullanım alanlarını belirlemeye çalışmışlardır. Daha sonra elementler için ayrı bileşikler için ayrı olmak üzere “Ben Kimim?” etkinliği yürütülmüştür. Hem ortak kullanım alanlarını belirlemede hem de “Ben Kimim?” etkinliğinde istenilen düzeyde olmasalar da öğrencilerin büyük kısmı problemi çözüme ulaştırmıştır. Bu problemin çözümünden örnek cevaplar Şekil 30’da sunulmuştur.



Şekil 30. Deney grubunun elementler-bileşikler otantik problemine yönelik örnek cevapları

Örnek çizimler incelendiğinde, dördüncü düzeyde Ö15 kodlu öğrencinin tüm element ve bileşikleri doğru şekilde belirlediği, üçüncü düzeyde yer alan Ö14 kodlu öğrencinin ise hatalı şekilde belirlediği element ve bileşikler olduğu görülmüştür. İkinci düzeydeki Ö10 kodlu öğrencinin ise tüm element ve bileşikleri belirleyemediği ve bazılarını ise hatalı ifade ettiği tespit edilmiştir. Tasarlanan etkinlikler yürütüldüğü sırada istenilen sonuçları vermese de öğrencilerin etkinliklerde kazandıkları deneyimlerin elementlerin ve bileşiklerin kullanım alanlarını hatırlamalarını sağladığı (Boomer & Latham, 2011; Holstermann vd., 2010; Schwichow vd., 2016) söylenebilir. Bununla birlikte, öğretim

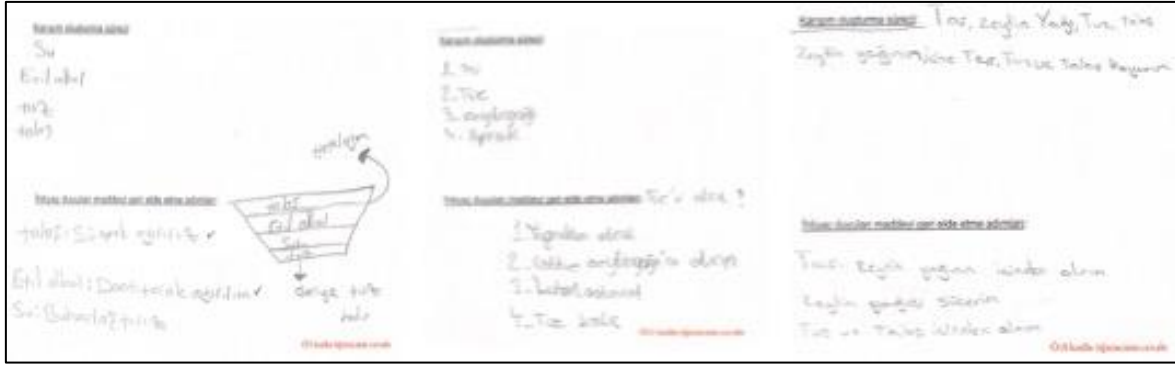
sırasında zorlanan öğrencilerin problemi cevaplarken de zorluk çektiği (Demir & Bayraktar, 2021) ve öğrenmelerini problemin çözümüne hatalı yansıttığı belirlenmiştir.

Karışımlar konusuna yönelik hazırlanan otantik problemde öğrencilerden kendilerinin dört malzemeli bir karışım hazırlayarak bu karışımı ayırmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 25’te sunulmuştur.

Tablo 25. Karışımlar Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö1-Ö7, Ö13, Ö14, Ö17, Ö20, Ö21	12	57,14	Ö1, Ö8, Ö19	3	25
3. düzey	Ö8, Ö11, Ö16	3	14,28	Ö3, Ö13	2	16,66
2. düzey	Ö10, Ö12, Ö15, Ö18, Ö19, Ö22	6	28,57	Ö12, Ö14, Ö17, Ö18, Ö26	5	41,66
1. düzey	-	-	-	Ö4, Ö5	2	16,66

Tablo 25 incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun problemi detaylı şekilde açıklayarak çözüme ulaştırdığı görülmektedir (4. düzey). Problemin çözümünü yüzeysel olarak açıklayan öğrenci sayısı üç olup, problemin bir kısmını çözerek sonuca ulaşamayan öğrenci sayısı altıdır. Deney grubunda birinci düzeyde öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilerin genellikle problemin bir kısmını çözerek sonuca ulaştıramadıkları belirlenmiştir. İki öğrencinin ise problemi çözemediği tespit edilmiştir. Deney grubunda karışımlar konusunda öğrenciler homojen ve heterojen karışımları öğrendikten sonra çalışmada veri kaynağı olarak kullanılmayan bir etkinlik yürütülmüştür. Sınıfa getirilen çeşitli malzemeleri (su, tuz, şeker, taş, demir tozu vb.) kullanarak iki ya da üç malzemeli karışım örnekleri belirleyip karışımın türünü yazmaları istenmiştir. Daha sonra öğrenciler yazdıkları karışım örneklerinden birini seçerek getirilen malzemelerle o karışımı somut olarak hazırlamıştır. Bu etkinlik sayesinde öğrenciler, karışım hazırlamayı doğrudan deneyimlemişlerdir. Karışımların ayrılması konusunda yürütülen etkinliklerde ise önce karışımları ayırırken karışımın hangi özelliğinden yararlanıldığına ilişkin ölçüt geliştirme etkinliği yürütülmüştür. Ardından önce iki maddeden, daha sonra üç maddeden oluşan karışımları ayırmaları istenmiştir. Bu noktada yürütülen iki etkinliğin öğrencilerin sunulan problemi çözmelerinde yardımcı olduğu söylenebilir. Örnek öğrenci cevapları Şekil 31’de sunulmuştur.



Şekil 31. Deney grubunun karışımlar otantik problemine yönelik örnek cevapları

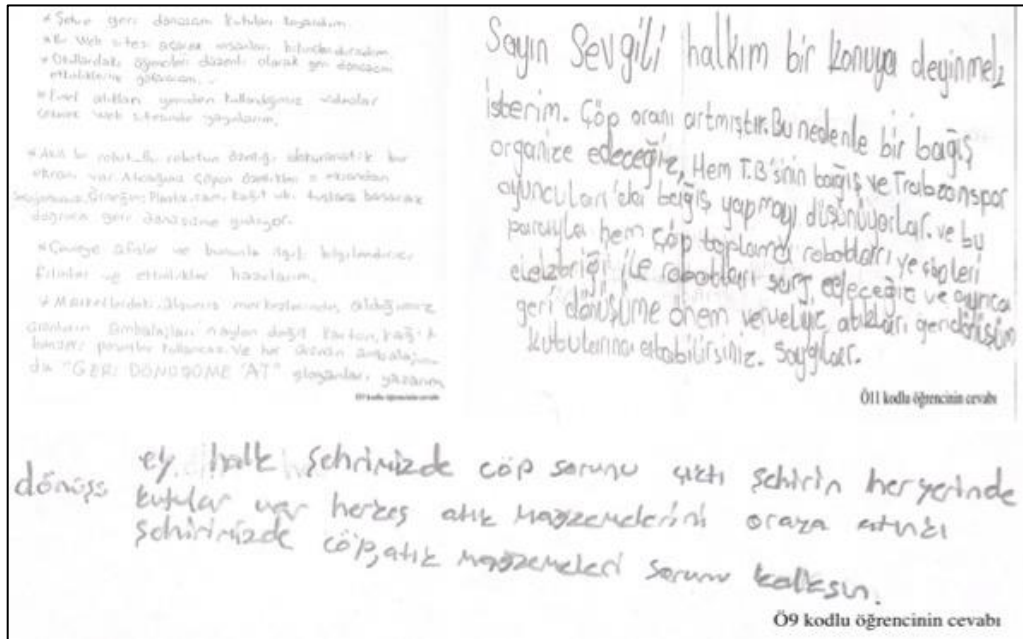
Şekil 31'e bakıldığında dördüncü düzeyde yer alan Ö3 kodlu öğrencinin karışımı doğru şekilde ayırabildiği, üçüncü düzeydeki Ö11 kodlu öğrencinin ise yaptığı işlemleri detaylandırmadığı görülmektedir. Öğretim sürecinde öğrencilerin karışım hazırlamaları, karışımların ayrılmasında ölçüt belirlemeleri, iki ve üç madde içeren karışımları ayırmaları öğrencilerin deneyim kazanmalarını sağlamıştır. Bu sayede öğrenciler hem içerik bilgisini hem geliştirdikleri stratejileri problemin çözümünde kullanabilmişlerdir (Salih, 2014; Wongpairim & Songsernb, 2022). İkinci düzeyde bulunan Ö18'in ise karışımı hazırlamasına rağmen doğru işlemlerle ayıramadığı belirlenmiştir. Özellikle kendi hazırladıkları karışımları ayıramayan öğrencilerin doğru işlem sırasını belirleyememe sebepleri karışımı düşünmeden rastgele hazırlamaları olabileceği gibi hazırlanan karışımı nasıl ayıracaklarına yönelik yeterli kavramsal anlamaya sahip olmamaları olabilir. Bazı öğrencilerin hazırladıkları karışımlarda süt ve suyu birlikte kullanmaları onların maddelerin özelliklerine dikkat etmediklerini göstermektedir. Ayrıca, karışımların ayrılması konusunda öğrenciler genellikle ayırma sürecinin altında yatan mantığı kavramak yerine ezberledikleri şekilde karışımları ayırma yöntemlerini sıralamaktadır (Heliawati, Ibnu, Afakillah, Dwi, & Pursitasari, 2020).

Geri dönüşüm konusuna yönelik hazırlanan otantik problemde öğrencilerden kendilerini bir şehrin yönetici olarak hayal etmeleri ve şehirlerinde yaşanan çöp sorununu çözmeleri için bir proje tasarlamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 26'da yer almaktadır.

Tablo 26. Geri Dönüşüm Otantik Probleminin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Düzeyler	Deney grubu			Kontrol grubu		
	Öğrenci kodları	f	%	Öğrenci kodları	f	%
4. düzey	Ö1, Ö2, Ö4-Ö8, Ö13, Ö17, Ö18	10	45,45	-	-	-
3. düzey	Ö11, Ö12, Ö14, Ö16	4	18,18	Ö3, Ö10	2	9,09
2. düzey	Ö3, Ö9, Ö10, Ö15, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23	8	36,36	Ö1, Ö2, Ö4-Ö6, Ö8, Ö9, Ö13, Ö14, Ö19, Ö23, Ö26	12	54,54
1. düzey	-	-	-	Ö11, Ö12, Ö16, Ö18, Ö20, Ö24	6	27,27

Geri dönüşüm otantik probleminden elde edilen bulgular incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin büyük kısmının problemin çözümünü derinlemesine açıkladığı (4. düzey), dört öğrencinin ise problemi yüzeysel açıklamalarla çözdüğü (3. düzey) belirlenmiştir. Deney grubundan sekiz öğrenci ise problemin bir bölümünü çözerek sonuca ulaşamamışlardır (2. düzey). Kontrol grubu incelendiğinde ise, problemi sonuca ulaştırarak detaylı şekilde açıklayan öğrenci bulunmamaktadır. Öğrencilerin büyük kısmı problemin sadece bir bölümünü çözerken (2. düzey), sadece iki öğrenci problemi yüzeysel şekilde açıklayarak sonuçlandırabilmiştir. Ayrıca, deney grubunda problemi çözemeyen öğrenci bulunmazken, kontrol grubundan altı öğrenci birinci düzeyde yer almaktadır. Geri dönüşüm gibi çok boyutlu bir kavram için öğretim müdahalesinin öğrencilerin bu boyutların farkında olacakları şekilde geliştirilmesi gerektiğine inanılmaktadır. Bu konunun deney grubunda öğretiminde kavram analizi, gazete haberleri, yapılandırılmış grid gibi etkinliklerden yararlanılmasının yanında öğrencilerin doğrudan geri dönüşüm faaliyetlerinde bulunmalarını sağlamak amacıyla üç gün boyunca sınıfta çıkan atık maddeleri toplanmış, tartılmış ve böylece sadece bir sınıfın ne kadar atık ürettiğinin farkında olmaları sağlanmıştır. Ardından toplanan atıkları geri dönüştürülebilir geri dönüştürülemez şeklinde ayırmışlardır. Daha sonra öğrenciler küçük gruplar halinde geri dönüşüme yönelik pankart hazırlayarak sınıfta pankartlarında yer alan sloganları ifade etmiştir. Bu şekilde öğrencilerin katılımı sağlanarak yürütülen geri dönüşüm konusunun öğrencilerin hem öğrenmelerini hem de farkındalıklarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Kontrol grubunda ise bu konu kitaptan işlenmiş olup öğrenciler konu sonunda pankart hazırlamışlardır. Konunun sonunda öğrencilere yöneltilen otantik probleminden örnek öğrenci cevapları Şekil 32’de yer almaktadır.



Şekil 32. Deney grubunun geri dönüşüm otantik problemine yönelik örnek cevapları

Şekil 32 incelendiğinde, dördüncü düzeyde yer alan Ö1 kodlu öğrencinin ürettiği projenin birçok yönü kapsadığı, 3. düzeyde bulunan Ö11'in ise daha sınırlı fikirler ürettiği belirlenmiştir. İkinci düzeydeki Ö9 kodlu öğrencinin ürettiği fikirlerin sınırlı ve halihazırda olan projeler olduğu tespit edilmiştir. Diğer cevaplarda öğrencilerin ders içi etkinlikte kullanılan 'İsveç'in çöpü bitti' internet haberinin etkisinde kalarak projeler ürettikleri görülmüştür. Bununla beraber altı öğrencinin (Ö4, Ö5, Ö8, Ö11, Ö15, Ö15) şehirlerindeki çöp sorununu çözmek için şehrin önemli figürünü (Trabzonspor) de projeye dahil ederek otantik problemin çözümünde kişisel bağ kurdukları söylenebilir. Öğretim sürecinde öğrencilerin aktif katılımının sağlandığı etkinliklerin tamamı onların motivasyonlarını artırmıştır. Bu sayede, aslında gerçekte olan bir problemin çözümüne katkı sunmak için fikirler üretmeleri sağlanmıştır.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesine yönelik tasarlanan otantik problemlere deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının bağımsız t-testi analizi sonuçları Tablo 27'de yer almaktadır.

Tablo 27. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesi Otantik Problemlerinin Deney ve Kontrol Grubu Bağımsız t-Testi Sonuçları

Konu	Grup	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen-d
Element ve bileşikler	Deney (N:18)	3,22	0,73	34	2,725	.010	0,91
	Kontrol (N:18)	2,61	0,60				
Karışımlar	Deney (N:21)	3,28	0,90	31	2,234	.033	0,80
	Kontrol (N:12)	2,50	1,08				
Geri dönüşüm	Deney (N:22)	3,09	0,92	40	5,283	.000	1,63
	Kontrol (N:20)	1,80	0,61				

Tablo 27 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesi otantik problemlerinde deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < .05$). Bu doğrultuda, etki büyüklükleri de göz önünde bulundurulduğunda DDÖ yaklaşımıyla deney grubunda yürütülen fen dersinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini farklı bağlamlarda kullanma durumlarını olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir. Öğrenciler eleştirel düşünme stratejilerini kullanarak ve etkinlikleri tamamlayarak konulara yönelik içerik bilgisini edinmişlerdir. Konulara yönelik yürütülen etkinlikler S14, S15, S29 ve S31 stratejilerinin (kavramların özelliklerini belirleme, ölçüt geliştirme, benzerlik ve farklılıkları belirleme, ayırt etme) yoğun şekilde kullanımını içermekteydi. Öğrenciler bu etkinliklerde geliştirdikleri stratejileri ve içerik bilgisini birlikte kullanarak problemleri çözüme ulaştırabilmişlerdir (Salih, 2014; Swartz, 2012; Wongpairim & Songsernb, 2022).

Otantik problemlere verilen cevaplardan elde edilen bulgulara genel olarak bakıldığında, deney ve kontrol grupları arasında ilk dört problemde (Tablo 17, 18, 20 ve 21) anlamlı farklılık bulunmazken diğer dört problemde (Tablo 22, 24-26) deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit

edilmiştir. Bununla birlikte deney grubu öğrencileri lehine anlamlı farklılık belirlenen problemlerde, problemi tam ve doğru şekilde çözebilen (4. düzey) daha fazla öğrenci bulunmaktadır. Bu sorularda kontrol grubu öğrencilerinin ise çoğunlukla ikinci ve üçüncü düzeylerde yer aldığı belirlenmiştir. Problem çözmenin bir süreç olması sebebiyle bu sürece uyum sağlamaları ve problemi çözme için öğrenmeleri için öğrenciler yeterli süre bu tür problemlere maruz bırakılmalıdır (Türnüklü & Yeşildere, 2005). Benzer şekilde, elde edilen bulgular da deney grubu öğrencilerine uygulanan DDÖ yaklaşımıyla fen öğretiminde, öğrencilerin kazandıkları becerileri fark oluşturacak şekilde kullanabilmeleri için zamana ihtiyaçları olduğunu göstermektedir. Yürütülen öğretim müdahalesinde öğrenciler birçok stratejinin kullanılmasını gereken etkinlikleri tamamlamıştır. Örneğin, düşün-eşleş-paylaş, grup çalışmaları ve sınıf tartışmalarında öğrenciler birbirlerinin görüşlerini belirli ölçütler doğrultusunda sorgulayarak karar vermişlerdir. Bu tür grup ya da ikili çalışmalar öğrencileri görüş geliştirmeleri konusunda aktif olarak teşvik eder (Yuliati vd., 2018). Yürütülen tüm etkinliklerde deney grubu öğrencileri bir soruyu/problemi nasıl yanıtlayacaklarını öğrendiler. Çünkü problem çözme süreci aşamalıdır; öğrenci zihninde problemi daha küçük parçalara ayırır ve her bir parçayı çözerek problemin tamamını da çözmüş olur. Ancak bu şekilde bir problem çözme rutininin oluşması kolay olmayıp düzenli bilişsel faaliyetlerin sunulması öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi için önemlidir (Yuliati vd., 2018). Bu doğrultuda, sürekli yürütülen eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş etkinliklerinin belirli bir süreden sonra öğrencilerde problemlerin çözümüne ilişkin düşünme rutinin oluşmasına katkı sağladığı söylenebilir (Tajudin vd., 2019).

Deney ve kontrol gruplarının problemleri çözme durumları düzeyler bazında incelendiğinde, her problemde dördüncü düzeyde deney grubunda öğrenci bulunurken, üç problemde (Tablo 17, 18 ve 26) kontrol grubundan öğrenci yer almamaktadır. Bununla birlikte iki gruptan da öğrencilerin dördüncü düzeyde bulunduğu sorularda deney grubundaki öğrencilerin oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. DDÖ yaklaşımıyla deney grubunda, mevcut öğretim yaklaşımıyla kontrol grubunda yürütülen fen dersleri her iki grubun kavramsal anlamalarını olumlu olarak etkilemiştir (Tablo 14). Ancak, her iki grubun kavramsal anlamalarında ilerlemeler olsa dahi problemler bazında deney ve kontrol grubu arasında çözüme ulaşma durumunda farklılıklar bulunmaktadır. Kavramsal anlama, otantik problemlerin çözümü için yeterli değildir; problem bağlamında, ilgili içerik bilgisinin tanınması ve bilginin ne zaman ve nasıl uygulanacağını bilmesi önemlidir (Shanta, 2019). Deney grubu öğrencileri içerik bilgisini doğrudan eleştirel düşünme stratejilerini aktif şekilde kullanarak edinmişlerdir. Bu sayede, bilgi deneyimlere dayalı şekilde oluşturularak daha anlamlı hale gelmiştir (Aderonmu & Adolphus, 2012; Yuliati vd., 2018). Örneğin, fiziksel iş kavramına yönelik tasarlanan süreçte öğrenciler S14 stratejisini kullanarak kavram analizi yapmıştır. Kavramın özellikleri belirlendikten sonra S11 stratejisi kullanılarak iş örnekleri ifade edilmiştir. Çeşitli örneklerin yer aldığı yapılandırılmış grid öğrenciler tarafından incelendikten sonra öğrenciler bu örneklerin üzerine hareketin ve uygulanan kuvvetin yönünü çizerek örneklerin iş olup olmadığına karar vermişlerdir.

Son etkinlikte ise öğrenciler S31 stratejisini kullanarak günlük hayatta yanlış şekilde iş diye adlandırılan örnek sunmuşlardır. Öğrenciler, fiziksel iş kavramına yönelik kavramsal anlamalarını stratejileri kullanarak sağlamıştır. Bu noktada, deney grubu öğrencilerinin otantik problemleri çözüme ulaştırmada daha başarılı olmasının nedeninin, yürütülen uygulamanın bu öğrencilere içerik bilgisi edindirmesi, eleştirel düşünme stratejilerini aktif şekilde kullanmalarını sağlaması ve bilgiyi kullanma hususunda deneyim kazandırması olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin gündelik hayatlarıyla ilişki kurabildikleri ya da içsel bağlılık duydukları otantik problemlerin çözümlerine bu ilişkiyi dahil ederek cevap verdikleri görülmüştür (örneğin; mitoz ve mayoz bölünme, fiziksel iş, sürtünme kuvveti, geri dönüşüm). Öğrencilerin problemle kurduğu ilişki ve duygusal bağ, problemin çözümünde onları güdüleyici rol oynar (Renzulli, 1997; Yorulmaz, 2021). Bu sayede, öğrenciler konuya ilişkin içerik bilgisini derleyerek bağımsız şekilde kullanılabilir duruma geçer; bu durum da özgüvenlerinin artmasını sağlar (Yunita vd., 2021). Bu noktada, yukarıda belirtilen otantik problemlerle öğrencilerin kurdukları içsel bağlılık onların bu problemleri cevapları için güdülemiştir. Ancak, öğrencilerin problemleri çözme motivasyonlarının onları her zaman doğru sonuca ulaştırmadığı görülmüştür (Tablo 18). Mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin otantik problemde öğrencilerin motivasyonları her ne kadar yüksek olsa da konuya yönelik eksik bağlantılar kurmaları öğrencilerin büyük kısmının ikinci düzeyde kalmasına sebep olmuştur. Problemde öğrencilerden yaşantılarından mitoz ve mayoz bölünme örnekleri çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çizimlerinde mitoz bölünmenin büyüme ve doku onarımı özelliğine yer verdikleri tek hücreli canlıları üremelerine çok fazla değinmedikleri tespit edilmiştir. Bu şekilde benmerkezci düşünme problemin çözüm yollarından birini kaçırmalarına sebep olmuştur (Şenşekerci & Bilgin, 2008). Bu doğrultuda, otantik problemlerin çözümünde güdülenmenin tek başına sonuca ulaştırmadığı içerik bilgisinin eksik derlenmesinin çözümün kalitesini etkilediği söylenebilir.

4. 3. Deney Grubu Öğrencilerinin Bilişsel Eleştirel Düşünme Stratejilerini Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Çalışmada kullanılan öğretim materyallerinden elde edilen veriler öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen bilişsel stratejiler bazında analiz edilmiştir. Bu doğrultuda, çalışmada kullanılan stratejiler, Paul vd. (1990) önerdiği sıralamayla sunulmuştur. Öğretim materyallerinden elde edilen verileri desteklemek ve detaylandırmak amacıyla ihtiyaç duyulan noktalarda gözlem notları kullanılmıştır.

4. 3. 1. Öğrencilerin Öğrendiklerini Transfer Etme Stratejisini (S11) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

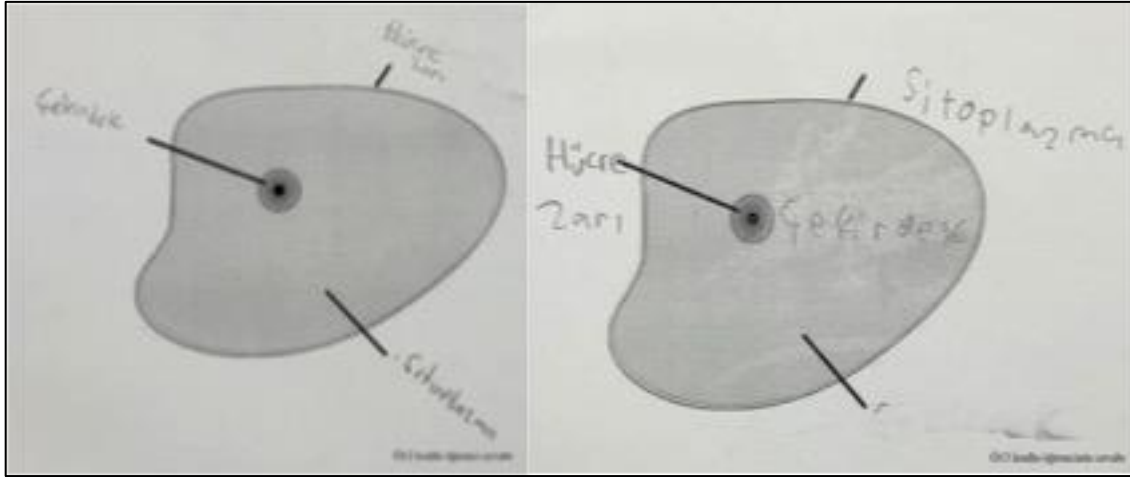
11 numaralı öğrendiklerini transfer etme stratejisi, ilgili kavramın tanımının öğrenilmesinin ardından bu bilginin kullanılmasına yönelik etkinlikleri içermektedir. Hücre ve Bölünmeler

ünitesinde bu stratejiye yönelik ilk etkinlikte öğrencilere öncelikle hücre, hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek kavramlarının tanımları verilmiştir. Kavramların özellikleri öğrenildikten sonra öğrencilere basit bir hücre modeli verilerek bu model üzerinde hücre zarı, sitoplazma ve çekirdeği işaretlemeleri istenmiştir. Bu etkinlikten elde edilen bulgular Tablo 28’de yer almaktadır.

Tablo 28. Öğrencilerin Hücre Zarı, Sitoplazma ve Çekirdek Kavramlarını Model Üzerinde Gösterebilme Durumları

Kavram	Transfer durumu	Öğrenci kodları	f
Hücre zarı	Doğru transfer	Ö1-Ö10, Ö12, Ö14-Ö19, Ö21	18
	Hatalı transfer	Ö13, Ö23	2
Sitoplazma	Doğru transfer	Ö1-Ö10, Ö12-Ö19, Ö21	19
	Hatalı transfer	Ö13	1
	Boş	Ö23	1
Çekirdek	Doğru transfer	Ö1-Ö10, Ö12-Ö19, Ö21	19
	Hatalı transfer	Ö23	1

Tablo 28 incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek kavramlarını doğru şekilde işaretleyebildikleri görülmüştür. Yalnızca Ö23 kodlu öğrencinin hücre zarı ve çekirdek kavramlarını karıştırdığı belirlenmiştir. Etkinlik yapılmadan önce her bir kavramın özellikleri öğrenciler tarafından ifade edilmiştir. Sınıfta gerçekleşen bu diyaloglarda öğrencilerin büyük çoğunluğu ilgili kavramların hücredeki konumlarına konuşmalarında yer vermişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin ilk defa deneyimleyeceği transfer etkinliğinde onlara tamamen yapılandırılmış bir şablon sunulmuştur. Şablonda, hücre modeli çizilmiş olup hücrenin belirtilmesi istenen yapıları da oklarla işaretlenmiştir. Sınıf içinde yürütülen konuşmalar ile yapılandırılmış şablonun, öğrencilerin hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek kavramlarını rahatlıkla model üzerinde göstermelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Öğrencilerin bulundukları yaş itibarıyla analiz becerilerinin yeni geliştiği düşünüldüğünde öğrenme alışkanlıklarının oluşmasında yapılandırılmış etkinliklerin sunulması önemlidir (Üner & Biber, 2020). Bu sayede, kavramlar öğrencilerde somutlaşıırken kavramsal anlamaları da desteklenmektedir (Post, 1981). Bu noktada, hücre ve hücrenin yapısına yönelik kavramsal anlamaları artan öğrencilerin, model üzerinde ilgili yapıları doğru şekilde belirttiği söylenebilir. Hücrenin yapılarını hatalı gösteren ya da boş bırakan öğrencilerin ise kavramsal bilgilerindeki eksiklerinden dolayı transferi de hatalı şekilde yorumlanabilir. Sınıf içi diyalogların bu öğrencilerin eksik öğrenmelerini telafi edecek düzeyde olmadığı ifade edilebilir. Örnek cevaplar Şekil 33’te yer almaktadır.



Şekil 33. Öğrencilerin hücre yapılarını model üzerinde gösterimleri

Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik ikinci etkinlikte, öğrencilerin hücre, doku, organ, sistem ve organizma ilişkisini doğru şekilde kurabilme durumları incelenmiştir. Öğrencilere ilk olarak bu kavramların tanımları verilmiştir. Daha sonra onlardan sunulan ilişki modelinde kavramları doğru yerlere yazmaları beklenmiştir. Öğrenci cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 29’da sunulmuştur.

Tablo 29. Öğrencilerin Hücre-Doku-Organ-Sistem-Organizma İlişkisini Kurabilme Durumları

Transfer durumu	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru transfer	Ö1-Ö17, Ö19-Ö23	22	Ö23:

Öğrencilerin hücre, doku, organ, sistem ve organizma ilişkisini kurabilme durumları incelendiğinde etkinliğe katılan öğrencilerin tamamının kavramlar arasındaki ilişkiyi doğru şekilde kurabildikleri belirlenmiştir. Bu kavramlara yönelik yürütülen etkinliklerde de öğrencilere yapılandırılmış bir model sunulmuştur. Kavramların model üzerinde adlandırılmalarında, kavramların sunulmuş sırasının da öğrencilere yardımcı olduğu düşünülmektedir. Kavramların en basitten en gelişmiş yapıya doğru sıralanışının, bu sırada sınıf içerisinde konuşulmasının, yapılandırılmış model ve sunulan tanımlarda açık ifadelerin kullanılmasının öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkiyi kurabilmelerine katkı sağladığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin kavramları analiz ettikten sonra doğru şekilde sıralayabilmeleri eleştirel okuma yaptıklarının göstergesi olarak kabul edilebilir. Öğrencilerin sunulan bilgileri/yönergeleri kullanarak doğru

ilişkiler kurabilmeleri ya da bir etkinliği tamamlayabilmeleri onların okuduklarını anladıklarına işaret etmektedir (Padilla, Muth, & Lund-Padilla, 1991). Okuduğunu anlayan öğrencilerin kavramları tam ve doğru şekilde yapılandırdıkları ve etkinliği hatasız tamamladıkları ifade edilebilir. Bu noktada, sunulan içeriğin açık ve net olmasının öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığı ve öğrenmeyi transfer ederken doğru ilişkiler kurmalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Bu stratejiye yönelik yapılan ilk etkinlikler model üzerinde işaretlemeler ya da adlandırma yapma şeklinde basit düzeyde tasarlanarak öğrencilerin adaptasyonları sağlanmıştır. Hücre ve Bölünmeler ünitesindeki mitoz bölünme kavramına yönelik olan diğer etkinlikte öğrencilerden öğrendiklerinden yola çıkarak dört örnek vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin mitoz bölünmeye yönelik örnek verme durumları Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30. Öğrencilerin Mitoz Bölünme Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları

Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Doğru transfer	Tamamı doğru mitoz bölünme örnekleri	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7-Ö9, Ö11-Ö14, Ö16-Ö18, Ö20, Ö21	15
Kısmen doğru transfer	Çoğunluğu doğru mitoz bölünme örnekleri	Ö3, Ö6, Ö19	3
Transfer yok	Transfer yok	Ö10, Ö15, Ö22	3
Boş		Ö5, Ö23	2

Tablo 30 incelendiğinde, öğrencilerin çoğunluğunun mitoz bölünmeyle ilgili doğru örnekler verdikleri, üç öğrencinin örnek ifade edemediği ve iki öğrencinin ise cevaplamadığı görülmektedir. Mitoz bölünmede öğrenilenleri transfer etme konusunda yöneltile soru yapılandırılmamış şekilde sunulmuştur. Öğrencilerden, bu etkinlikte konuyla ilgili bilgilerini organize ederek günlük yaşantılarında karşılaştıkları durumlarla ilişkilendirmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu ilişkilendirmeyi yapılandırılmış yönergeler olmadan doğru şekilde yapabildikleri görülmüştür. Öğrencilerin içerik bilgisini günlük yaşantılarıyla ilişkilendirmeleri, fenin hayatın bir parçası olduğunu anlamlandırdıklarının ve kullanabilecek şekilde öğrendiklerinin göstergesidir (Mengi & Schreglman, 2013). Konunun öğretimi sırasında yürütülen tartışmaları öğretmenin sıklıkla örnekler üzerinden yürütmesi öğrencilerin mitoz bölünmeyi yaşantılarıyla ilişkilendirmelerini kolaylaştırmış olabilir. Bununla birlikte, bu soruya doğru cevap veremeyen ya da cevaplamayan öğrencilerin mitoz bölünmeye yönelik kavramsal anlamalarını günlük hayatlarıyla ilişkilendirecek şekilde organize edemedikleri ve öğretmenin örneklerinin yetersiz kaldığı söylenebilir. Bu noktada, yapılandırılmış etkinliklere alışan öğrencilerin bilgiyi kendilerinin organize etmeleri ve bilişsel süreçlerini kendilerinin yapılandırmaları gereken noktaya ulaşamadıkları ve öğretmenin söylemlerinin de bu konuda bir düşünme rutininin oluşmasına yardımcı olmadığı ifade edilebilir. DDÖ yaklaşımıyla yürütülen süreçte hem içerik bilgisinin hem de transfer becerisinin eş zamanda kazandırılması hedeflenmiştir (Swartz, 2012). Ancak, öğrencilerin konuya yönelik eksik

öğrenmeleri, yapılandırılmış transfer yönergelerine alışmaları ya da yönergelerin bu öğrenciler için yeterince açık olmaması bilgiyi bağımsız olarak transfer etmelerini engelleme sebebi olabilir. Öğrencilerin mitoz bölünmeye yönelik verdikleri örnekler Tablo 31’de yer almaktadır.

Tablo 31. Öğrencilerin Mitoz Bölünme Kavramına Yönelik Verdikleri Örnekler

Kategori	Öğrenci örnekleri	Öğrenci kodları	f
Büyüme	Fidanın/ağacın/bitkisinin büyümesi	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6-Ö9, Ö11-Ö14, Ö16-Ö19, Ö21	16
	Saçın uzaması	Ö3, Ö4, Ö6, Ö9, Ö11-Ö13, Ö16, Ö19-Ö21	11
	Bebeğin büyümesi	Ö7, Ö8, Ö13, Ö14, Ö16, Ö18, Ö20, Ö21	8
	Boyun uzaması	Ö2, Ö3, Ö4, Ö11, Ö21	4
	Tırnağın uzaması	Ö2, Ö14, Ö16, Ö17	4
	Civcivin büyümesi	Ö1, Ö8, Ö18	3
	Ellerin/ayakların büyümesi	Ö3, Ö13	2
Doku onarımı	Yaranın iyileşmesi	Ö1, Ö2, Ö7, Ö9, Ö12, Ö14, Ö17-Ö19	9
	Kertenkelenin kopan kuyruğunun tekrar yerine gelmesi	Ö1, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö20	6
Üreme	Yoğurdun mayalanması	Ö2, Ö20	2
	Üzümünden sirke olması	Ö17	1
Transfer yok		Ö10, Ö15, Ö22	3
Boş		Ö5, Ö23	2

Mitoz bölünmeye yönelik verilen örneklerin çoğunluğunun mitoz bölünmenin büyüme özelliğiyle (f: 48) ilgili olduğu belirlenmiştir. Doku onarımı özelliğine yönelik örnekler 15 kez, üreme özelliği ise sınırlı sayıda (f: 3) ifade edilmiştir. Öğretmen, öğrencilerden verdikleri örneklerden birer tanesini sınıftaki arkadaşlarıyla paylaşmasını istemiştir. Öğrencilerin sınıfla paylaştıkları örnekler arasında “*kertenkelenin kopan kuyruğunun tamamlanması, saçın uzaması, benim büyümem, tırnak uzaması ve tavuğun horoza dönüşmesi*” bulunmaktadır. Tavuğun horoza dönüşmesi örneğini veren öğrencinin cevabı diğer öğrenciler tarafından düzeltilmemiştir. Bu noktada öğrencilerin, bu bilginin yanlış olduğunu bilmemeleri ya da kendi bilgilerine güven duymamaları bu durumun sebepleri olabileceği gibi kendilerini öğretim ortamında düşüncelerini paylaşacak kadar rahat hissetmemeleri de nedenler arasında söylenebilir (Cook, 2008; Maslow, 1968; Namdar & Tuskan, 2018; Paul vd., 1990).

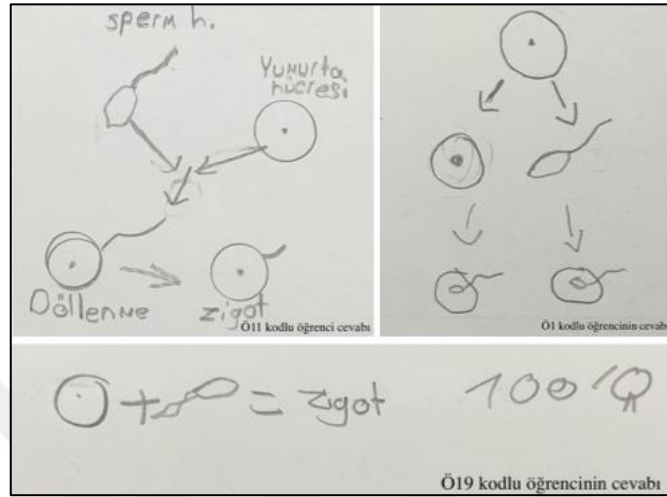
Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik son etkinlikte öğrencilere yumurta, sperm, döllenme ve zigot kavramlarının tanımları verilmiştir. Yumurta ve sperm hücrelerinin model üzerinde nasıl sembolize edilmesi gerektiği tahtada gösterildikten sonra öğrencilerden bu kavramları kullanarak döllenme sürecini modellemeleri istenmiştir. Öğrencilerin döllenme süreci modellerinden elde edilen bulgular Tablo 32’de sunulmuştur.

Tablo 32. Öğrencilerin Döllenme Sürecine Yönelik Model Çizme Durumları

Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Doğru transfer	Sperm, yumurta, döllenme, zigotun döngüsel çizimi	Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö11, Ö13, Ö15, Ö18, Ö21, Ö22	10
Kısmen doğru transfer	Sadece yumurta ve sperm hücreleri, döllenme	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö23	10
Hatalı transfer	Konuya yönelik anlamsız çizimler, kavram yanılgıları	Ö19	1

Tablo 32 incelendiğinde, 10 öğrencinin doğru, 10 öğrencinin ise kısmen doğru çizimler yaptığı görülmektedir. Sadece Ö19 kodlu öğrencinin çiziminin hatalı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerden yumurta, sperm, döllenme ve zigot kavramlarının özelliklerini ayrı ayrı düşünerek bu kavramlar arasında nasıl bir ilişki ve sıralamanın olduğunu zihinlerinde yapılandırmaları beklenmiştir. Fen eğitiminde modeller genellikle gözlenemeyen kavramların somutlaştırılması, gözlenen kavramların ise daha anlaşılır şekilde sunulması amacıyla kullanılmaktadır (Gobert & Buckley, 2000). Kavramların zihinde canlanarak daha kolay öğrenilmesi amacıyla öğrencilere hazır olarak sunulan modeller bu etkinlikte öğrenilenlerin göstergesi olarak kullanılmıştır. Öğrenciler verilen açıklamalar üzerine kendi oluşturdukları 4-5 kişilik gruplar halinde konuştuktan sonra modellerini çizmişlerdir. Öğrenciler çizimlerinde hem kendi öğrendiklerini hem de sosyal ortamlarından edindiklerini harmanlamışlardır. Ancak elde edilen bulgular, kısmen doğru transfer eden öğrencilerin özellikle döllenme kavramında sorun yaşadıklarını göstermektedir. Her bir kavram için sunulan açıklamaların bu öğrenciler için sperm ve yumurta hücreleri ile döllenme arasındaki ilişkiyi kurmalarında yetersiz olduğu ve kendi oluşturdukları gruplarda da birbirlerinin düşüncelerini değerlendirecek ve doğru yönde değiştirecek diyaloglar oluşturamadıkları söylenebilir. Bu durum öğrencilerin arkadaşlarıyla düşüncelerini paylaşma ve değerlendirmeye yönelik bir rutin oluşturamadıkları ve zihinsel sorgulama azimlerinin yeterli şekilde gelişmemesi sebebiyle kavramlar arasındaki ilişkileri kurarak sembolize edemedikleri şeklinde yorumlanabilir. Bazı öğrenciler, ilk kez deneyimlediği ve öğrenme alışkanlıklarından farklı olan (model çizme) bu tür etkinliklerde düşüncelerini değerlendirecek kişilerin onları yargılamayacak yani sosyal çevrelerinden bireyler olmalarını tercih etmektedirler (Cook, 2008). Ancak bu tür arkadaş ortamları, öğrencilerin bağımsız düşünme becerisi yeterince gelişmemişse bazen yanlış düşüncelerin de desteklenmesine yol açabilmektedir (Paul vd., 1990). Etkinlik sürecinde öğretmenin grup içindeki konuşmaların niteliğini takip etmemesi sebebiyle yönlendirmede eksik kaldığı ve öğrencilerin Covid-19 pandemisi nedeniyle grup çalışmalarından uzak kalmalarının da bu süreci olumsuz etkilediği söylenebilir. Bununla birlikte döllenme sürecine yönelik doğru şekilde model çizebilen öğrencilerin kendi bilişsel süreçlerinde doğru ilişkiler kurabildikleri ve öğrenme alışkanlıklarının değişmesinde grup çalışmalarının yardımcı olduğu düşünülmektedir. Bu noktada, öğrencilerin kendi oluşturdukları grupların model çizme sürecinde onları her zaman olumlu yönde desteklemediği, grup üyelerinin bağımsız düşünme ve sorgulama

becerilerinin gelişme düzeyinin de öğrenilenlerin transfer edilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin döllenme sürecine yönelik çizimlerinden örnekler Şekil 34'te yer almaktadır.



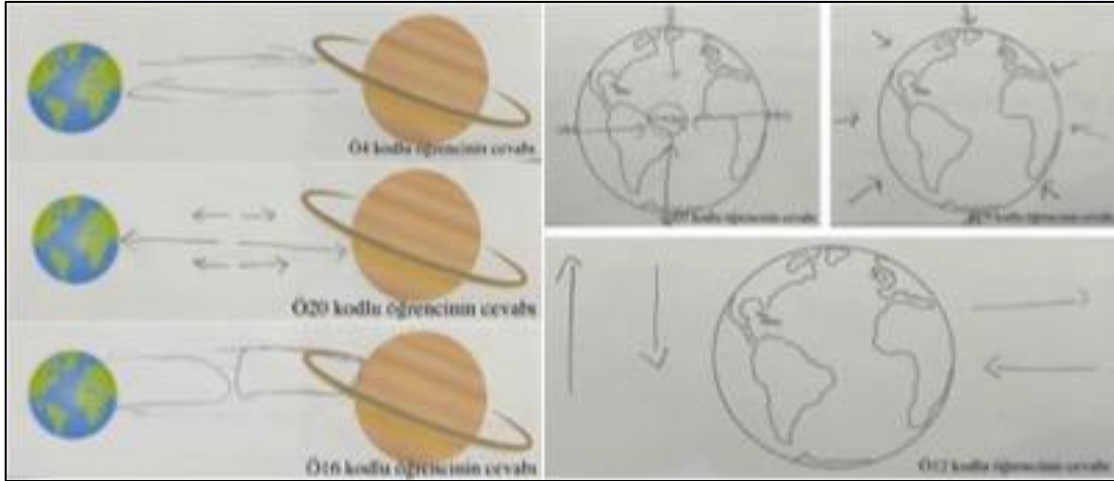
Şekil 34. Öğrencilerin döllenme sürecine yönelik örnek çizimleri

Öğrencilerin çizimlerine bakıldığında Ö11 kodlu öğrencinin açıklamalarıyla birlikte döngüsel ve doğru bir çizim yaptığı görülürken, Ö1 kodlu öğrencinin açıklamalarının yer almamasının yanı sıra zigot oluşumu eksiktir. Ö19 kodlu öğrenci ise herhangi bir model çizimi yapmayarak matematiksel bir işlem süreci olarak betimlemiştir. Kuvvet ve Enerji ünitesinde öğrendiklerini transfer etme stratejisine yönelik ilk etkinlikte öğrencilere önce kütle çekim kuvvetinin daha sonra yer çekimi kuvvetinin tanımı verilmiştir. Kütle çekim kuvvetinin yönünü çizimleri için çalışma kağıdında karşılıklı iki gezegen görseli bulunurken, yer çekimi kuvvetinin yönünü çizimleri için Dünya görseli kullanılmıştır. Öğrencilerin kuvvetlerin yönlerini çizme durumlarından elde edilen bulgular Tablo 33'te yer almaktadır.

Tablo 33. Öğrencilerin Kütle Çekim Kuvveti ve Yer Çekimi Kuvvetinin Yönlerini Çizme Durumları

Kavram	Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Kütle çekim kuvveti	Doğru transfer	Doğru ok yönleri	Ö4, Ö15, Ö19	3
	Kısmen doğru transfer	İki taraflı ok	Ö1, Ö2, Ö5-Ö9, Ö10-Ö14, Ö17, Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	16
	Hatalı transfer	Hatalı ok gösterimleri	Ö16	1
Yer çekimi kuvveti	Doğru transfer	Dünyanın içine ok gösterimi	Ö4-Ö7, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16-Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	14
	Kısmen doğru transfer	Dünyanın dışında ok gösterimi	Ö1, Ö8, Ö19	3
	Hatalı transfer	Hatalı ok gösterimleri	Ö2, Ö12, Ö13, Ö15	4

Tablo 33 incelendiğinde kütle çekim kuvvetinin yönünün çiziminde öğrencilerin çoğunluğunun kısmen doğru transfer kategorisinde olduğu görülmektedir. Sadece üç öğrenci kütle çekim kuvvetinin yönünü doğru çizebilirken bir öğrenci ise yönü hatalı göstermiştir. Soyut bir kavram olan kütle çekim kuvvetiyle ilgili öğretmenler uygun öğretim tekniklerini ve materyallerini seçerken öğrenciler de anlamlandırmada problem yaşamaktadırlar (Aderonmu & Adolphus, 2012; Khandagale & Chavan, 2017). Bu sebeple, kütle çekim kuvvetiyle yedinci sınıf öğrencileri ilk defa karşılaştıkları için transfer etme etkinliği yapılandırılmış şekilde yürütülmüştür. Etkinlik kağıtlarında öğrencilere gezegenler sunulmuş ve oklarla kuvvetlerin yönünü çizmeleri istenmiştir. Öğrenciler, iki gezegen arasındaki çekim kuvvetini kavrama yönelik tanımı ve öğretmen açıklamalarını zihinlerinde yapılandırdıktan sonra göstermişler yani tamamen bilişsel bir süreç yürütmüşlerdir. Ancak, her ne kadar etkinlik yapılandırılmış şekilde yürütülse dahi öğrencilerin zihinlerinde eksik kalan noktalar olduğunda transfer etme becerisinin tam ve doğru şekilde yapılamadığı görülmüştür. Bu tür soyut kavramların öğretiminde öğrencilerin deneyim yoluyla aktif olacakları etkinlikler daha etkili öğrenmelerin sağlanmasına yardımcı olacaktır (Aderonmu & Adolphus, 2012). Bu noktada, çalışmada öğrencilerin birebir deneyimlediği bir etkinlik yürütülmediği ve soyut kavram zihinde anlamlandırılmadığı için bu kavram özelinde öğrencilerin transfer becerisini kullanamadıkları söylenebilir. Yer çekimi kuvvetinin yönünü ise öğrencilerin büyük kısmının doğru çizdiği belirlenmiştir (Tablo 33). Bununla beraber üç öğrenci yer çekimi kuvvetinin yönünü Dünya'nın dışında çizerken, dört öğrenci ise kuvvetin yönünü hatalı şekilde çizmiştir. Yer çekiminin, öğrencilerin günlük yaşantılarından aşina oldukları kavramlardan birisi olması (Yağbasan & Gülçiçek, 2003) sebebiyle öğrencilerin transfer sürecine ön öğrenmelerini de kattıkları söylenebilir. Öğrencilerin hatalı çizimleri incelendiğinde genellikle dünyanın dışından ok gösterimlerinin olduğu belirlenmiştir. Bir cismin dünya üzerinde durabilmesi için yer çekimi kuvvetiyle birlikte atmosfer basıncının da etki ettiği düşüncesi yer çekimi kavramına ilişkin karşılaşılan alternatif kavramalardan birisidir (Şimşek, Yurtcan, & Oktay, 2019). Çizimlerinde dünyanın dışından oklara yer veren öğrencilerin bu tür alternatif kavramaya sahip oldukları ve bunu transfer sürecine kattıkları düşünülmektedir. Bu etkinlik için örnek öğrenci çizimleri Şekil 35'te sunulmuştur.



Şekil 35. Öğrencilerin kütle çekim kuvveti ve yer çekimi kuvveti örnek çizimleri

Şekil 35 kütle çekim kuvveti açısından incelendiğinde, Ö4 kodlu öğrencinin gezegenlerin birbirine uyguladığı kuvvetlerin yönlerini doğru şekilde çizdiği, Ö20 kodlu öğrencinin çizdiği okların arasının boş olduğu ve bu durumun kuvvetin ortadan çıktığı algısı oluşturduğu görülmektedir. Ö16 kodlu öğrencinin kütle çekim kuvveti çizimi ise gezegenden çıkan okun tekrar aynı gezegene dönmesi sebebiyle hatalıdır. Şekil 35'e kütle çekim kuvveti açısından bakıldığında ise, Ö7 kodlu öğrencinin çiziminin yer kürenin merkezine doğru olduğu görülürken Ö19 kodlu öğrencinin çiziminde yer alan oklar yer kürenin yüzeyinde kalmaktadır. Ö12 kodlu öğrencinin yer çekimi kuvvetinin yönünü göstermek için çizdiği okların hatalı olduğu belirlenmiştir.

Ağırlık konusuna yönelik yürütülen ikinci etkinlikte öğrenciler kütle ve ağırlık kavramlarını, ağırlığın konuma bağlı olarak değiştiğini öğrendikten sonra, onlardan kendilerini Dünya üzerinde ve farklı bir gezegende hayal ederek ağırlıklarının nasıl değişeceğini ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 34'te yer almaktadır.

Tablo 34. Öğrencilerin Ağırlığın Farklı Konumlardaki Değişimlerine Yönelik Örnek Verme Durumları

Örnekler	Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Dünya	Doğru transfer	Dc-Dg	Ö1, Ö2, Ö7, Ö11, Ö14, Ö16-Ö19	9	Ö16: Ağırlık: 400 N Farazi konum-ağırlığı: Uludağ, 390 N Gerekçe: Daha yüksek yerlerde yer çekimi az olduğu için ağırlıkta azalmıştır.
	Kısmen doğru transfer	Dc-Kdg, Dc-Yg, Yc-Dg, Yc-Kdg	Ö4, Ö8, Ö10, Ö12	4	Ö12: Ağırlık: 420 N Farazi konum-ağırlığı: Denizin altı, 420 N Gerekçe: Yer çekimi daha kuvvetlidir.
	Boş		Ö5, Ö6, Ö13, Ö15, Ö20, Ö22, Ö23	7	-

Tablo 34'ün devamı

Örnekler	Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Gezegen	Doğru transfer	Dc-Dg	Ö4, Ö8, Ö11, Ö12, Ö16, Ö17, Ö19	7	Ö17: Ağırlık: 600 N Farazi konum-ağırlığı: Jüpiter, 610 N Gerekçe: Kütlesi fazla, çekim kütleden dolayı artar.
	Kısmen doğru transfer	Dc-Kdg, Dc-Yg, Yc-Dg, Yc-Kdg	Ö7	1	Ö7: Ağırlık: 450 N Farazi konum-ağırlığı: Mars, daha az çıkar Gerekçe: Merkeze daha uzak olduğu için ağırlığım daha az çıkar.
	Hatalı transfer	Yc-Yg	Ö1, Ö6, Ö18	3	Ö1: Ağırlık: 400 N Farazi konum-ağırlığı: Satürn, 260 N Gerekçe: Yer çekimi yok
	Boş		Ö2, Ö5, Ö10, Ö13-Ö15, Ö20, Ö22, Ö23	9	-

*Dc; doğru cevap, Yc; yanlış cevap, Dg; doğru gerekçe, Kdg; kısmen doğru gerekçe, Yg; yanlış gerekçe

Dünya örneği üzerinden Tablo 34 incelendiğinde, öğrencilerin çoğunlukla doğru cevabı verdikleri görülmektedir. Dokuz öğrenci cevabının gerekçesini detaylı şekilde açıklarken, dört öğrencinin yüzeysel cevaplar verdiği belirlenmiştir. Dünya örneği için hatalı transfer kategorisinde cevap bulunmamaktadır. Gezegen örneği incelendiğinde ise, cevap veren öğrencilerin büyük kısmının doğru cevap verdikleri ve cevaplarını doğru gerekçelendirdikleri tespit edilmiştir. Üç öğrencinin yanlış cevap verdiği ve yanlış gerekçe sunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, gezegen örneği için dokuz öğrencinin, Dünya örneği için yedi öğrencinin cevap vermekten kaçındığı görülmüştür. Konunun öğretiminde ağırlığın dünya ve gezegenlerde nasıl değiştiğine yönelik örnek olaylar ve görseller kullanılmıştır. Öğrenciler, görsellerdeki durumlarda yer alan benzerlik ve farklılıkları belirleyerek kütlenin değişmezliği ve ağırlığın değişiminin sebeplerine yönelik çıkarımlarda bulunarak zihinsel süreçler geçirmişlerdir. Daha sonra, öğrenciler kendilerini iki farklı durum (dünya ve gezegen) içinde konumlandırarak kütle ve ağırlıklarının değişimlerine yönelik yapılandırılmamış transfer etkinliği tamamlanmışlardır. Bu etkinlik sürecinde karar mekanizmasında olan öğrencilerden hem konumları hem de konuma göre değişim olup olmadığını belirlemeleri istenmiştir. Ancak, etkinliği tamamlamayan öğrenci sayısının oldukça fazla olması kontrolün onlara bırakıldığı yapılandırılmamış etkinliklerden kaçınma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu öğrencilerin bağımsız düşünememeleri sebebiyle yönergelerin olmadığı yapılandırılmamış etkinliklerde düşünce süreçlerini organize edemedikleri (Paul vd., 1990) ve kendilerini sonuca ulaştıracak adımları belirlemede yetersiz oldukları söylenebilir. Bununla birlikte dünya üzerindeki cevaplarda hatalı cevap bulunmazken gezegen ile ilgili cevaplarda hatalı cevaplar yer almaktadır. Bu noktada öğrencilerin kavrama yönelik anlamalarından bağımsız olarak somut deneyimler elde etmedikleri ve soyut kavramların transferinde zorlandıkları (Aderonmu & Adolphus, 2012) söylenebilir. Bu durum, konunun öğretiminde deneyim temelli etkinlikler yerine düşünmeye dayalı etkinliklerin

kullanılmasının bu öğrencilerin öğrendiklerini transfer etmesini desteklemediği şeklinde yorumlanabilir.

Fiziksel iş kavramına yönelik yürütülen öğrendiklerini transfer etme stratejisi etkinliğinde öğrencilere fiziksel iş kavramının tanımı verilerek kavramın özellikleri belirlenmiştir. İlgili kavram öğrenildikten sonra öğrencilerden günlük hayatlarından fiziksel iş örneği vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin fiziksel iş kavramına yönelik örnek verme durumları Tablo 35’te sunulmuştur.

Tablo 35. Öğrencilerin Fiziksel İş Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları

Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Doğru transfer	Tamamı doğru iş örnekleri	Ö2-Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15-Ö19, Ö21-Ö23	18
Kısmen doğru transfer	Bir kısmı doğru iş örnekleri	Ö1	1
Hatalı transfer	Yanlış iş örnekleri	Ö8, Ö11, Ö14	3

Fiziksel iş kavramına yönelik yürütülen etkinlikte, kavramın bilimsel tanımı analiz edildikten sonra sınıf içinde belirlenen özellikler üzerine konuşulmuş ve öğretmen tanımında geçen doğrultu ve yer değiştirme ifadelerini tahta üzerinde göstermiştir. Diyaloglar arasında verilen örneklerle öğretmen doğru ya da yanlış diye cevap vermeyerek örneğin neden iş olduğunu öğrencilerden açıklamaları istenmiştir. Sınıf içi konuşmalardan sonra öğrencilerin iş örnekleri incelendiğinde (Tablo 35) ise öğrencilerin büyük kısmının doğru örnekler verdikleri, fiziksel iş tanımını doğru şekilde kavradıkları görülmüştür. Bu doğrultuda fiziksel işin tanımının açık şekilde verilmesinin, öğretmenin tanımdaki önemli noktaları açıklamasının ve sınıf içi diyalogların öğrencilerin doğru örnekler vermelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Karşılaşılan kelimenin anlamı bilinmediğinde ya da kavramın tanımı karmaşık olduğunda bu durum öğrencilere eksik öğrenme olarak yansımaktadır (Varan & Sulak, 2018). Öğrencilerin sık kullandığı ve karşılaştığı kelimelerle yeni bir kavramın sunulması öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır (Avcı & Yalçın, 2022). Bu noktada, özellikle kavramların tanımlarında önceki öğrenmelere dayalı ya da onlar için yeni olan kelimelerin öğretmen tarafından detaylandırılmasının öğrencilerin öğrendiklerini transfer etmelerinde önemli olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber Tablo 35’te üç öğrenci tarafından verilen örneklerin hatalı olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin verdikleri fiziksel iş örnekleri Tablo 36’da yer almaktadır.

Tablo 36. Öğrencilerin İş Kavramına Yönelik Verdikleri Örnekler

Kategori	Öğrenci örnekleri	Öğrenci kodları	f
Doğru örnekler	Bisiklet sürmek	Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö9, Ö18, Ö22	7
	Halat çekmek	Ö4, Ö10, Ö12, Ö18, Ö23	5
	Bir şeyi itmek (buzdolabı, sıra, kutu)	Ö15, Ö16, Ö18, Ö19	4
	Araba sürmek	Ö3, Ö18, Ö22	3

Tablo 36'nın devamı

Kategori	Öğrenci örnekleri	Öğrenci kodları	f
Doğru örnekler	Market arabası sürmek	Ö1, Ö12, Ö16	3
	Kapıyı açma/itme	Ö2, Ö10	2
	Bir şeyi kaldırmak (köpek, poşet)	Ö5, Ö18	2
	Topa vurmak	Ö2	1
	İp sallamak	Ö7	1
	Yazı yazmak	Ö21	1
	Tahtayı silmek	Ö12	1
	Salıncakta sallanmak	Ö13	1
	Keman çalmak	Ö17	1
Hatalı örnekler	Okula gitmek	Ö1	1
	Masa taşımak	Ö8	1
	Temizlik yapmak	Ö14	1
	Mesleğim için antrenmanda kuvvetle iş yapıyoruz	Ö11	1

Fiziksel iş kavramına yönelik verilen doğru örnekler arasında bisiklet sürmek, halat çekmek, bir şeyi itmek gibi örnekler daha fazla açığa çıkmıştır. Yanlış örnek kategorisinde verilen örneklerin ise iş kavramının günlük yaşantıda farklı kullanımından kaynaklanan cevaplar (örneğin, okula gitmek, temizlik yapmak) olduğu belirlenmiştir. İş kavramının çoklu anlama sahip olması ve öğrencilerin bu anlamları ayırt edememeleri, kavramı sınıf içerisinde hatalı kullanmalarına yol açmaktadır. Öğrencilerin yaşantılarından getirdikleri ve bilimsel anlamından uzak anlamalar onların alternatif kavramalara sahip olmasına sebep olmaktadır (Buyruk & Korkmaz, 2016; Görecekbaybars, 2018). Bu noktada hatalı örnek veren öğrencilerin fiziksel iş tanımını zihinlerinde doğru şekilde yapılandıramamaları sebebiyle uygun örnekler veremedikleri ve gündelik yaşamlarındaki bilgilerini transfer sürecine kattıkları söylenebilir.

Kuvvet ve Enerji ünitesinde bu stratejiye yönelik son etkinlikte öğrencilere öncelikle sürtünme kuvveti kavramının tanımı verilmiştir. Öğrenciler kavramın özelliklerini belirledikten sonra sürtünme kuvvetinin ve hareketin yönünü kızak çeken kişi görseli üzerinde çizmişlerdir. Öğrencilerin sürtünme kuvvetinin yönünü çizme durumları Tablo 37'de sunulmuştur.

Tablo 37. Öğrencilerin Sürtünme Kuvvetinin Yönünü Çizme Durumları

Transfer durumu	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru transfer	Ö1-Ö10, Ö12-Ö19, Ö21	19	Ö3:
			
Hatalı transfer	Ö11, Ö22, Ö23	3	Ö11:
			

Tablo 37 incelendiğinde, 19 öğrencinin hareket ve sürtünme kuvvetini doğru şekilde çizbildiği, üç öğrencinin ise ters şekilde çizdikleri görülmektedir. Sürtünme kuvveti kavramı öğrencilerin hem önceki kademelerden (MEB, 2018) hem de günlük yaşantılarından (Yağbasan & Gülçiçek, 2003) aşına oldukları kavramlardan birisidir. Bu sebeple kavramın tanımının özellikleri üzerine sınıf konuşmalarıyla belirlenen özellikler ifade edilirken ön öğrenmelere de değinilmiştir. Bu noktada, verilen tanımın onların ön öğrenmelerini doğru şekilde harekete geçirdiği söylenebilir. Öğrenciler bu konuşmalardan sonra sürtünme kuvveti ile hareketin yönünü görsel üzerinde çizmişlerdir. Hareketin yönü öğrenciler tarafından kolaylıkla çizilmesine rağmen sürtünme kuvvetinin yönü ile ikisinin yönünü aynı anda doğru çizmekte genellikle zorlanmaktadırlar (Canlas, 2019). Öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru şekilde her iki kavramın yönünü çizebilmeleri onların hem önceki öğrenmelerini doğru şekilde işe koşabildiklerini hem de tanımı doğru analiz edebildiklerini göstermektedir. Bu noktada öğrenciler, sürtünme kuvveti kavramının tanımından yola çıkarak sürtünme kuvvetinin yönünü doğru çizerek öğrendiklerini transfer edebilmişlerdir. Üç öğrenci, 5. sınıfta öğrendikleri sürtünme kuvveti konusunu hatırlayarak “*sürtünme kuvveti olmasaydı tahtaya yazı bile yazamazdık, yolda yürüyemezdik, araba süremezdik*” gibi çeşitli örnekler verdiler. Bu öğrencilerin 5. sınıfta ilk kez karşılaştıkları sürtünme kuvveti kavramıyla ilgili örnekleri hatırlayarak arkadaşlarıyla paylaşmaları öğrendiklerini transfer edebildiklerinin göstergesi kabul edilebilir.

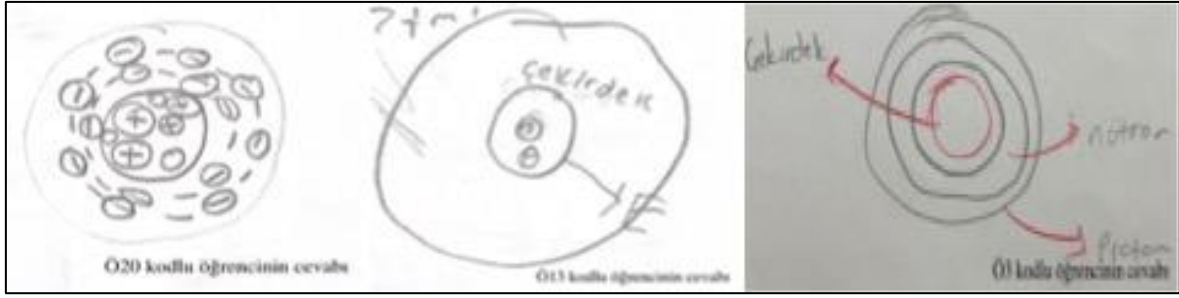
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde öğrendiklerini transfer etme stratejisine yönelik yürütülen ilk etkinlikte öğrencilere atom ve atomun temel parçacıklarının (çekirdek, katman, proton,

nötron, elektron) tanımları verilmiştir. Öğrenciler önce bu kavramların özelliklerini sıralamışlardır. Daha sonra proton, nötron ve elektronun yükü, sembolü ve bulunduğu yeri bir tablo üzerinde belirtmişlerdir. Öğrencilerden bu tablodaki bilgileri kullanarak basit bir atom modeli çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çizdikleri modellerden elde edilen bulgular Tablo 38’de sunulmuştur.

Tablo 38. Öğrencilerin Basit Atom Modelini Çizme Durumları

Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Doğru transfer	Atomun şeklini doğru çizme, Proton, nötron ve elektronun yerlerinin belirtilmesi, Katmanların çizilmesi	Ö2, Ö4, Ö7-Ö10, Ö16, Ö17, Ö19-Ö21	11
Kısmen doğru	Proton, nötron ve elektrondan en az birinin yanlış gösterimi	Ö1, Ö5, Ö6, Ö10, Ö12-Ö14, Ö18	8
Hatalı transfer	Proton, nötron ve elektronun tamamının yanlış yerde gösterilmesi	Ö3	1
Boş		Ö22, Ö23	2

Tablo 38’e bakıldığında 12 öğrencinin atomun şeklini ve proton, nötron ve elektronları doğru yerlerde çizdiği görülmüştür. Yedi öğrencinin proton, nötron ve elektronlardan en az birini yanlış çizdiği belirlenmiştir. Sadece bir öğrencinin çizdiği basit atom modelinin tamamının hatalı olduğu tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan etkinlikte öğrenciler proton, nötron ve elektronun yükü, sembolü ve bulunduğu yer gibi özellikleri içeren tabloyu hazırladıktan sonra bu tabloyu kullanarak modellerini çizmişlerdir. Yapılandırılmamış şekilde yürütülen dölleme konusuna yönelik etkinlikte (bakınız Tablo 32) öğrencilerin model çizerken zorlandıkları belirlenmişti. Hem kavram sayısının fazla olması hem de önceki konulardaki edinimlerden yola çıkarak etkinliği yarı yapılandırılmış hale getirmek için öğrencilerin düşünce süreçlerini organize etmeleri için tablolardan faydalanılmıştır. Elde edilen bulgulara bakıldığında da öğrencilerin çoğunluğunun doğru modeller çizebilmeleri tabloların işe yaradığını göstermektedir. Kısmen doğru modeller çizabilen öğrencilerin ise çoğunlukla elektronların gösteriminde hata yaptıkları belirlenmiştir. Elektronun konumunun, katman ve çekirdeğe uzaklık gibi farklı değişkenlere bağlı olması sebebiyle model çizimlerinde öğrenciler zorluk çekmektedir (Çökelez & Yalçın, 2012). Bu noktada, öğrencilerin elektron kavramını tam anlamlandıramadıkları için transferlerinin eksik olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bir öğrencinin ise nötron ve protonu çekirdeğin dışında çizdiği elektrona yer vermediği görülmüştür. Bu durum öğrenciye yönerge olması amacıyla hazırladığı tablonun öğrencinin kavramsal anlamasını desteklemediği şeklinde yorumlanabilir. Her transfer kategorisine yönelik örnek öğrenci modelleri Şekil 36’da yer almaktadır.



Şekil 36. Öğrencilerin çizdiği atom modeli örnekleri

Şekil 36 incelendiğinde, Ö20 kodlu öğrencinin nötron ve protonu atomun merkezine konuşturduğu elektronları da çekirdeğin etrafındaki yörüngelere yerleştirdiği görülmektedir. Ö13 kodlu öğrenci proton ve nötronu çekirdeğin içerisine çizerken elektronu işaret ettiği yer hatalıdır. Ö3 kodlu öğrenci ise nötron ve protonu çekirdeğin dışına çizerken elektrona çiziminde yer vermemiştir.

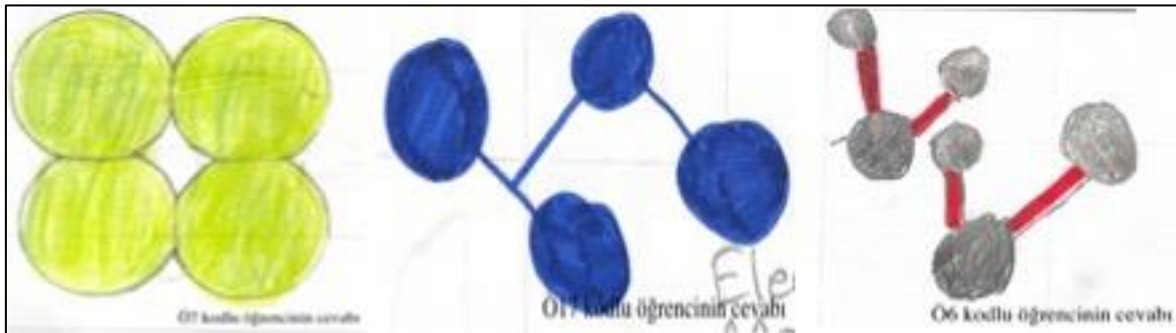
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde öğrendiklerini transfer etme stratejisine yönelik sonraki etkinlikte öğrenciler molekül kavramının tanımını öğrendikten sonra onlardan aynı ve farklı tür atom içeren molekül modelleri çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin aynı ve farklı tür atomlardan oluşan modellerinden elde edilen bulgular Tablo 39’da sunulmuştur.

Tablo 39. Öğrencilerin Molekül Modeli Çizme Durumları

Model türü	Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Aynı tür atom	Doğru transfer	Çizimin aynı renk atomlar içermesi Gerçek bir moleküle yakın bir model çizimi	Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö16, Ö18-Ö23	15
	Kısmen doğru	Çizimin aynı renk atomlar içermesi Gerçek bir moleküle uzak bir model çizimi	Ö1, Ö9, Ö17	3
	Hatalı transfer	Çizimin farklı renk atomlar içermesi Atomlar arasında farklı renk bağlar çizme	Ö4, Ö6, Ö14, Ö15	4
	Doğru transfer	Çizimin farklı renk atomlar içermesi Gerçek bir moleküle yakın bir model çizimi	Ö3, Ö5-Ö10, Ö13, Ö14, Ö16, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22	14
Farklı tür atom	Kısmen doğru	Çizimin farklı renk atomlar içermesi Gerçek bir moleküle uzak bir model çizimi	Ö1, Ö2, Ö4, Ö12, Ö15, Ö17, Ö20	7
	Hatalı transfer	Çizimin aynı renk atomlar içermesi	Ö23	1

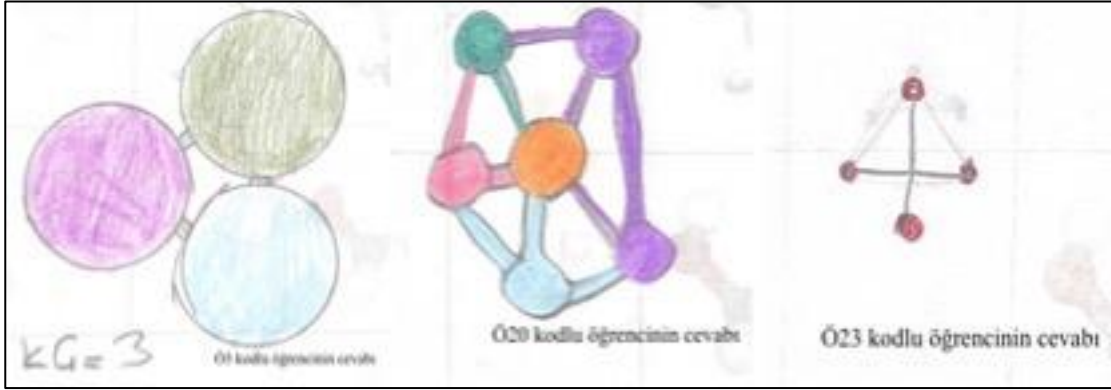
Aynı ve farklı tür molekül modeli çizmelerine yönelik yürütülen etkinlikte öğrenciler kavramlara yönelik özellikleri belirledikten sonra sınıf konuşmaları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, aynı ve farklı tür atomların farklı olduğu noktaları tespit edebilmeleri için öğrencilerden her bir kavram için kritik gördükleri özellikleri not almaları istenmiştir. Belirlenen kritik noktaları göz önünde bulundurarak öğrenciler modellerini çizmişlerdir. Tablo 39 aynı tür atom içeren modeller kategorisine göre incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru modeller çizdikleri görülmektedir. Az sayıda öğrencinin modeli aynı renk atomlar içerse dahi gerçek bir atom modelinden uzak bulunmuştur. Dört öğrencinin ise aynı renk atomlar arasında farklı renkte bağlar çizmesi sebebiyle hatalı olarak değerlendirilmiştir (Örnek cevaplar Şekil 37’de yer almaktadır).

Öğrencilerin farklı tür atom içeren molekül modelleri incelendiğinde ise, çoğunluğunun doğru modeller çizdikleri belirlenmiştir. Yedi öğrencinin çiziminin gerçek molekül modelinden uzak olduğu görülürken bir öğrencinin modeli aynı tür atomlar içerdiği için hatalı kabul edilmiştir (Örnek çizimler Şekil 38’de sunulmuştur). Öğrencilerin kavramların tanımlarında yer alan kritik özellikleri belirlemeleri model çizme sürecinde bu özellikleri yönerge olarak kullanarak düşünme süreçlerini organize etmeleri ve transfer etmelerine yardımcı olmaları beklenmiştir. Her iki molekül türü çizilen modellerden elde edilen bulgulara bakıldığında ise doğru modeller çizen öğrencilerin sayısının fazla olması kritik özelliklerin belirlenmesinin işe yaradığını gösterirken kritik özelliklerin doğru belirlendiğine de işaret etmektedir. Kısmen doğru modeller çizen öğrenciler ise kritik noktaları doğru belirlemekle birlikte çizdikleri modellerin gerçek bir modelden uzak olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada, öğrencilerin atomlar arasında bağların nasıl kurulduğunu sınıf düzeyleri sebebiyle bilmemesi nedeniyle, çizdikleri modellerde yer alan bağlanma biçimlerindeki hatalar transfer etme sürecinde makul kabul edilebilir. Bununla birlikte aynı tür atoma sahip molekül modelinde hatalı çizim yapan öğrenci sayısı diğer modele kıyasla daha fazladır. Bu öğrencilerin, özellikle aynı tür atom içeren moleküllere yönelik kritik özellikleri doğru şekilde belirleyemedikleri düşünülmektedir. Etkinlikte aynı tür atom ve farklı tür atom içermeye durumu kritik özellik olup hatalı modeller çizen öğrencilerin buradaki benzerlik ve farklılıkları tespit edememeleri bu durumun sebebi olabilir. Ayrıca, kritik özellikler belirlenmeden önce gerçekleştirilen sınıf konuşmalarının da öğrencilerin fikirlerini değiştirmelerine yardımcı olmadığı söylenebilir. Bu öğrencilerin bu konu özelinde esnek düşünemedikleri ve kendi fikirlerinin doğru/yanlış olma durumunu sorgulamada yetersiz kaldıkları ifade edilebilir.



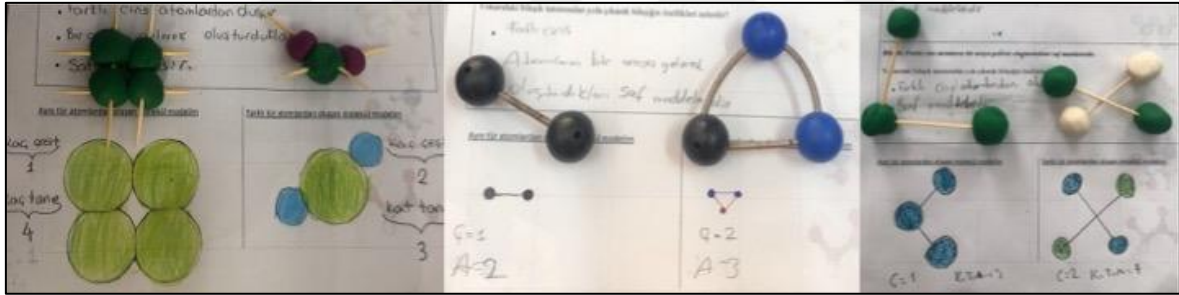
Şekil 37. Öğrencilerin aynı tür atom içeren model örnekleri

Öğrencilerin modellerine bakıldığında, Ö7 kodlu öğrencinin aynı tür atomlar içeren doğru bir model çizdiği, Ö17 kodlu öğrencinin ise aynı tür atom içeren ancak gerçek bir molekül modelinden uzak bir çizim yaptığı görülmektedir. Ö6 kodlu öğrencinin ise aynı tür atomlar resmetmesine rağmen atomlar arasındaki bağların farklı renkte olduğu belirlenmiştir.



Şekil 38. Öğrencilerin farklı tür atom içeren model örnekleri

Şekil 38 incelendiğinde, Ö1 kodlu öğrencinin modelinde üç farklı türde atom bulunduğu, Ö20 kodlu öğrencinin modelinin ise farklı tür atomlar içeren gerçek bir molekül modelinden uzak olduğu tespit edilmiştir. Ö23 kodlu öğrenci ise aynı tür atomlar arasında farklı bağ renkleri içeren bir model resmetmiştir. Öğrenciler, çizdikleri modelleri daha sonra çeşitli materyaller yardımıyla 3-boyutlu hale getirmişlerdir. Öğrencilerin hazırladıkları 3-boyutlu modeller Şekil 39’da yer almaktadır.



Şekil 39. Element ve bileşik kavramına yönelik örnek öğrenci modelleri ve çizimleri

Öğrencilerin Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesindeki madde, saf madde, element, bileşik, karışım, homojen karışım ve heterojen karışım kavramları arasındaki ilişkiyi kurabilme durumlarını belirlemek amacıyla ilgili kavramları kullanarak kavram haritasını tamamlamaları istenmiştir. Öğrencilerin kavram haritalarından elde edilen bulgular Tablo 40’ta sunulmuştur.

Tablo 40. Öğrencilerin Kavram Haritası Hazırlayabilme Durumları

Transfer durumu	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
			Ö9:
Doğru transfer	Ö1-Ö23	23	

Öğrencilerin farklı konularda farklı zamanlarda öğrendikleri kavramların bir sistem içerisinde olduğunu anlamlandırmaları için kavram haritalarından faydalanılmıştır (Karaarslan-Semiz & Teksöz, 2019). Boşluk doldurma tipi kavram haritası hazırlama etkinliğinde ise öğrencilerden verilen kavramları bir sistem içerisinde ilişkilendirmeleri istenmiştir. Tablo 40 incelendiğinde ise öğrencilerin tamamının madde, saf madde, element, bileşik, karışım, homojen karışım ve heterojen karışım kavramları arasındaki ilişkiyi doğru şekilde kurabildikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin kavramlar arasında kurduğu ilişkiler öğrendiklerinin yansıması olup kavramsal anlamaları hakkında da bilgi vermektedir (Turan-Oluk & Ekmekçi, 2019). Bu noktada, öğrencilerin farklı zamanlarda öğrendikleri kavramları birbiriyle ilişkilendirebildikleri, üst-alt kavramları belirleyebildikleri ve kavramsal anlamalarının iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda, farklı zamanlarda öğrenilen kavramların birbiriyle doğru ilişkilerini yansıtan bu öğrencilerin öğrendiklerini transfer edebildikleri ifade edilebilir.

Karışımların ayrılması konusunda öğrencilere geleneksel yöntemlerle buğdayın rüzgâr yardımıyla sapından ayrıldığıyla ilgili örnek sunulmuştur. Öğrencilerden de öğrendikleri ayırma yöntemlerini düşünerek buğdayı sapından nasıl ayırabileceklerine yönelik farklı bir yol yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 41’de sunulmuştur.

Tablo 41. Buğdayın Sapından Ayrılmasına Yönelik Öğrenci Cevapları

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru transfer	Ö8, Ö16	2	Ö8: Yoğunluk farkı. Onları suyun içine atarım, ağır olanlar dibe çöker, hafif olanlar yukarıda kalır.
Kısmen doğru transfer	Ö1-Ö3, Ö5-Ö7, Ö12-Ö15, Ö17-Ö19, Ö21, Ö22	15	Ö1: Yoğunluk farkı Ö22: Eleme yöntemi.
Hatalı transfer	Ö10, Ö20	2	Ö10: Damıtma
İlişkisiz	Ö11	1	Ö11: Daha kolay ayırmak için bir makine üretilir.
Boş	Ö4	1	-

Tablo 41 incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru cevap verdiği ancak detaylı olarak açıklayan iki öğrenci olduğu görülmüştür. İki öğrenci hatalı cevap, bir öğrenci ise ilişkisiz cevap vermiştir. Konunun sonunda değerlendirme amacıyla yöneltilen bu soruda öğrencilerin büyük kısmı bir problemi çözüme ulaştırabilmişlerdir. Ancak öğrenciler doğru çözüme ulaşırsalar dahi cevaplarının dayalı olduğu içerik bilgisini detaylı sunamadıkları görülmüştür. Karışımların ayrılması konusunda öğrenciler ayırma sürecini ve altında yatan bilgiyi anlamlandırmak yerine genellikle ezberleme eğiliminde olurlar (Heliawati vd., 2020). Konunun genellikle benzer örnekler üzerinden işlenmesi ve öğrencilerin bilgilerini kullanabilecekleri farklı örneklerle yer verilmemesi bu durumun sebepleri arasında olabilir. Bunun sonucunda da edinilen bilgilerin unutulması kolaylaşır (Heliawati vd., 2020). Bu soruya doğru cevap veren öğrencilerin cevaplarının gerekçelerini detaylandıramaması, kavramsal anlamalarının sınırlı olduğuna işaret etmektedir. Karışımların ayrılması konusunda kullanılan bilgi kartlarının öğrencilerde öğrendiklerini yeni durumlara aktaracak kadar kavramsal yapılandırma sağlamadığı söylenebilir. Bu doğrultuda, karışımların ayrılması konusunda öğrencilerin öğrendiklerini kısmen transfer edebildikleri ancak cevaplarının gerekçelerini açıklayacak yeterli kavramsal anlamaya sahip olmadıkları şeklinde ifade edilebilir.

Çözünürlüğe etki eden faktörlerin belirlenmesi konusunun içerisinde yer alan değişkenlerin tanımlanması konusunda yürütülen etkinlik için öncelikle öğrencilerle her faktör için ayrı ayrı deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Daha sonra öğrencilere bağımsız, bağımlı ve kontrol değişkenlerinin tanımları verilerek yürütülen deneysel süreçlerdeki değişkenleri belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 42’de sunulmuştur.

Tablo 42. Öğrencilerin Bağımlı, Bağımsız ve Kontrol Değişkenlerini Belirleyebilme Durumları

Faktörler	Transfer durumu	Bağımsız değişken		Bağımlı değişken		Kontrol değişkeni	
		Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodlar	f	Öğrenci kodlar	f
<i>Temas yüzeyi</i>	Doğru transfer	Ö1-Ö23	23	Ö1-Ö12, Ö14-Ö23	22	Ö2, Ö4, Ö5, Ö9, Ö11, Ö16, Ö17, Ö20-Ö23	11
-Temas yüzeyi (bağımsız d.)							
-Çözünme hızı (bağımlı d.)	Kısmen doğru transfer	-	-	Ö13	1	Ö1, Ö3, Ö6-Ö8, Ö10, Ö12-Ö15, Ö18, Ö19	12
-Şeker, su miktarı, sıcaklık (kontrol d.)							
<i>Sıcaklık</i>	Doğru transfer	Ö1-Ö23	23	Ö1-Ö23	23	Ö1, Ö4-Ö10, Ö12, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19	13
-Sıcaklık (bağımsız d.)							
-Çözünme hızı (bağımlı d.)	Kısmen doğru transfer	-	-	-	-	Ö2, Ö3, Ö11, Ö13, Ö14, Ö17, Ö21	7
-Su, şeker miktarı (kontrol d.)	Hatalı transfer	-	-	-	-	Ö20, Ö22, Ö23	3
<i>Karıştırma</i>	Doğru transfer	Ö1-Ö14, Ö16-Ö23	22	Ö1-Ö23	23	Ö3-Ö5, Ö12, Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	8
-Karıştırma (bağımsız d.)							
-Çözünme hızı (bağımlı d.)	Kısmen doğru transfer	-	-	-	-	Ö1, Ö2, Ö6-Ö11, Ö13-Ö16, Ö17, Ö19, Ö21	15
-Sıcaklık, şeker, su miktarı (kontrol d.)	Boş	Ö15	1	-	-	-	-

Değişkenleri belirleme etkinliğinde öncelikle çözünürlüğe etki eden faktörlerin her birine yönelik ayrı ayrı deneysel süreçler yürütülmüştür. Öğretmen bu süreç boyunca her bir faktör için *beherlerde neyi değiştirdik, bu değişim neyi etkileyecek, neleri sabit tuttuk* gibi sorularla öğrencilerin değişkenleri fark etmelerini sağlamıştır. Daha sonra öğrencilere bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinin tanımları verilerek yürütülen deneylerdeki bu değişkenlerin neler olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Tablo 42 bu açıdan incelendiğinde, temas yüzeyi, sıcaklık ve karıştırma faktörleri için öğrencilerin çoğunluğunun bağımsız ve bağımlı değişkenleri doğru şekilde belirledikleri görülmektedir. Öğrencilerin kontrol değişkenini belirlemekte zorlandıkları, temas yüzeyi ve karıştırma faktörleri deneylerinde kontrol değişkenlerini eksik belirledikleri ve hatta sıcaklık faktörü deneyinde hatalı ifadenin (sıcaklık) yazıldığı tespit edilmiştir. Kontrol değişkenini belirlemede öğrenciler genellikle problem yaşamaktadırlar (Ateş, 2005; Çam & Ercan-Yalman, 2021; Temiz, 2020). Özellikle çözünürlüğe etki eden faktörlerin belirlenmesi gibi birden fazla deneyi içeren etkinliklerde bir deneydeki bağımsız değişken bir sonraki deneyde kontrol değişkeni olabilmektedir. Bu tür durumlar öğrencilerin ardışık deneylerde kontrol değişkenlerini tespit etmelerini zorlaştırmaktadır (Germann, Aram, Odom, & Burke, 1996). Bu doğrultuda, öğrencilerin büyük çoğunluğunun kısmen transfer etme düzeyinde olmasının yürütülen deneyler ile öğretmenin yönlendirici sorularının kontrol değişkenlerini belirlemede yetersiz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bununla birlikte, öğrencilerin deney düzeneklerindeki bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirleyebildikleri görülmüştür. Deney süreçlerinde etkilenen ve etkileyen durumların ifade edilmesi değişkenlerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır (Germann, Aram, & Burke, 1996). Bu konudaki gözlem notlarına bakıldığında, temas yüzeyi faktörünün değişkenlerinin belirlenmesi sırasında öğretmen-öğrenci arasında geçen diyalog bu duruma delil oluşturmaktadır.

Öğretmen: İki beherin de sıcaklıklarını değiştirirsek bağımsız değişkenimiz ne olur?

Öğrenci 1: Bu şekilde olmaz. İki tane bağımsız değişken olur.

Öğrenci 2: Sadece bir tane denemeliyiz.

Bu doğrultuda, öğretmenin deneyleri yürütürken sorduğu yönlendirici soruların öğrencilerin bağımlı ve bağımsız değişkenleri tespit etmelerine ve öğrendiklerini transfer etmelerine yardımcı olduğu söylenebilir.

Geri dönüşüm konusu kavramlarından olan atık kavramına yönelik yürütülen öğrendiklerini transfer etme etkinliğinde öğrencilere öncelikle atık kavramının tanımı verilmiştir. Daha sonra öğrencilerden kendi ürettikleri atık maddelerden beş örnek vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 43'te sunulmuştur.

Tablo 43. Öğrencilerin Atık Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları

Transfer durumu	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Doğru transfer	Tamamı doğru atık örnekleri	Ö1-Ö3, Ö5-Ö8, Ö10, Ö12-Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	18
Kısmen doğru transfer	Sınırlı sayıda doğru atık örneği	Ö4, Ö9, Ö11, Ö21	4

Öğrenciler atık kavramının özelliklerini belirledikten sonra sınıf içinde konuşmalar gerçekleştirilmiştir. Daha sonra öğrencilerden özelliklerden ve konuşmalardan yola çıkarak atık örnekleri vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde verilen örneklerin tamamının doğru olduğu ancak dört öğrencinin beş örnek veremediği için kısmen doğru transfer kategorisinde yer aldığı, hatalı örnek veren öğrencinin olmadığı görülmektedir. Atık kavramıyla öğrenciler hem günlük hem de okul yaşantılarında sıklıkla karşılaşmaktadırlar (Sönmez, 2020). Yürütülen geri dönüşüm kampanyaları, Sıfır Atık projeleri, öğretim programlarında yer alan çevre konuları öğrencilerin atıklara yönelik bilişsel şemalar edinmelerini sağlamıştır (Harman, Akşan, & Çelikler, 2015). Bu nedenle, bu kavrama yönelik ön öğrenmelere sahip olan öğrencilerin doğru örnekler vermeleri makul görünmektedir. Atık kavramının özelliklerinin belirlenmesi ile gerçekleştirilen sınıf içi konuşmaların öğrencilerin atık kavramını hatırlamalarını sağladığı ve örnekler sunmalarına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin atık madde örnekleri Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44. Öğrencilerin Atık Kavramına Yönelik Verdikleri Örnekler

Öğrenci örnekleri	Öğrenci kodları	f
Kullanılmış kağıt / karton	Ö1-Ö5, Ö7-Ö18, Ö20-Ö23	21
Pet şişe	Ö1-Ö7, Ö9-Ö12, Ö15, Ö16, Ö20, Ö22, Ö23	16
Teneke	Ö4-Ö6, Ö8, Ö9, Ö11-Ö15, Ö17, Ö20-Ö23	14
Pil	Ö3-Ö10, Ö12, Ö15, Ö17, Ö18, Ö22, Ö23	14
Yiyecek ambalajları	Ö1-Ö3, Ö6-Ö8, Ö11, Ö15, Ö18, Ö20	10
Plastikler	Ö2, Ö3, Ö7, Ö10, Ö12-Ö14, Ö21	8
Cam	Ö1, Ö2, Ö10, Ö12-Ö14, Ö18	7
Meyve-sebze kabukları	Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö20, Ö21	6
Kalem	Ö3, Ö5, Ö8, Ö15, Ö22, Ö23	6
Küçülmüş kıyafetler	Ö1, Ö16	2

Tablo 44 incelendiğinde öğrencilerin atık madde örneklerinin genellikle okul yaşantılarında kullandıkları maddeler (kağıt, pet şişe, yiyecek ambalajları, kalem) oldukları görülmektedir. Öğrencilerin bu örnekleri vermelerinde okullarda yer alan geri dönüşüm kutularının ve okul yönetiminin geri dönüşüm projelerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Her okulda hatta her mahallede yer alan geri dönüşüm kutularının öğrencilerin atık maddelerin neler olduğunu kavramalarına yardımcı olduğu (Önal, Kaya, & Çalışkan, 2019; Sönmez, 2020) ve ön öğrenmelerini de yeni öğrendikleri ile ilişkilendirerek atık kavramına yönelik öğrenmelerini daha kolay transfer

ettikleri söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin verdikleri örneklerin katı madde olması dikkat çekici bir durumdur. Uygulama öğretmeni de süreç esnasında bu durumu fark ederek öğrencilere sıvı atıkların neler olduğu sorusunu yöneltmiştir. Öğretmen ve öğrenciler arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

Öğretmen: Atıkları sorduğumda genellikle katı örnekler verdiniz. Sıvı atıklar nelerdir?

Öğrenci 1: Bozulmuş süt.

Öğrenci 2: Tarihi geçmiş meyve suyu.

Öğrenci 3: Kızartma yağı.

Öğretmen: Kızartma yağını ne yapıyorsunuz?

Öğrenci 3: Lavaboya döküyoruz.

Öğretmen: Dökülen yağ ne oluyor?

Öğrenci 4: Denizlere gidiyor.

(Sessizlik)

Öğretmen: Denizlere giden bu tür atıklar su kirliliğine sebep oluyor.

Öğretmen ve öğrenciler arasında geçen diyalogda, bir öğrenci kızartma yağının deniz suyuna karıştığını söyleyebilmiştir. Ancak öğrencilerin deniz suyuna karışan yağın su kirliliğine sebep olduğunu düşünemedikleri ve öğretmen tarafından konuşmanın tamamlandığı gözlenmiştir. Su kirliliğinin ders kitaplarında genellikle bir fabrikadan akan sıvıların denize karışması şeklinde resmedilmesi (Erduran-Avcı, Demirekin, Hare, Özlü, & Özkan, 2013), öğrencilerin su kirliliği hakkında bir şablona sahip olmalarını sağlamış olabilir. Ayrıca, suya karışan yağların fiziksel olarak gözlenmesi zor olup etkileriyle anlaşılır bir durum olması (örneğin, balık ölümleri) sebebiyle öğrencilerin ilişkisel düşünmekte zorlandıkları söylenebilir. Bu doğrultuda, öğrencilerin ön öğrenmelerini transfer sürecine kattıkları ve düşünmeyi geliştirmeye yardımcı olduğu ancak bazı durumlarda ön öğrenmelerin kısıtlayıcı bir rol üstlendiği ifade edilebilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde öğrendiklerini transfer etme stratejisine yönelik son etkinlikte öğrenciler yeniden kullanma kavramının tanımını öğrendikten sonra öğrencilerden bu kavrama ilişkin örnekler vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 45'te sunulmuştur.

Tablo 45. Öğrencilerin Yeniden Kullanma Kavramına Yönelik Örnek Verme Durumları

Transfer durumu	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru transfer	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10-Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	19	Ö14: Yoğurt kabını çiçek saksısı olarak kullanmak
Transfer yok	Ö6, Ö21	2	Ö6: Kullanılmış cam şişe

Yeniden kullanma kavramının özellikleri sınıf tarafından belirlendikten sonra öğretmen geri dönüşüm ve yeniden kullanma kavramları arasındaki kritik farkların ifade edilmesini istemiştir. Öğrenciler farklı noktaları ifade ettikten ve sınıf olarak görüş birliği oluştuktan sonra örneklerini yazmışlardır. Tablo 45'te yer alan cevaplar incelendiğinde çoğu öğrencinin yeniden kullanmaya yönelik doğru örnekler verdikleri görülmektedir. Yeniden kullanma, öğrencilerin genellikle doğru tanımladığı (Ural-Keleş & Keleş, 2018) ama çoğunlukla atık örnekleri verdiği bir kavramdır (Atabek-Yiğit & Ceylan, 2015). İki öğrencinin de benzer şekilde yeniden kullanmaya yönelik atık örneği belirttiği ve örneklerinin yeniden kullanmayı içeren cevaplar içermediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin çoğunun doğru örnekler sunmasında öğretmenin yeniden kullanma ve geri dönüşümün farklarını sormasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu soru sayesinde öğrencilerin karıştırılan kavramlar arasındaki farkları fark edebildikleri, sınıf tartışması sayesinde ise birbirlerinin cevaplarını değerlendirerek kendi düşünce süreçlerini organize ettikleri söylenebilir. Öğrenciler örneklerini arkadaşlarıyla paylaştıktan sonra bu kavrama yönelik üretilen fikirleri geliştirdikleri görülmüştür. Öğretmen ve öğrenciler arasında geçen konuşma örneği aşağıda yer almaktadır.

Öğretmen: Yoğurt kabından başka neler yapabiliriz?

Öğrenci 1: Saksı yapabiliriz.

Öğrenci 2: Süs kutusu yapılabilir.

Öğrenci 3: Okulun alt katındaki sergide davul yapıldığını gördüm.

Öğrenci 4: Hayvanlara su koyabiliriz.

Öğretmen: Küçülen kıyafetlerinizi ne yapıyorsunuz?

Öğrenci 1: Toz bezi olarak temizlik yapıyoruz.

Öğrenci 5: Köpeğime giydiriyorum.

Öğrenci 2: Birilerine veriyoruz.

Öğrenci 6: Kıyafet dönüşüm kutularına atabiliriz.

Öğrenci 7: Bir videoda görmüştüm. Sweatshirtten çanta yapıyorlardı.

Yeniden kullanmaya yönelik sınıf içinde geçen diyaloglar incelendiğinde öğrencilerin günlük yaşantılarından birçok örnek verebildiği, bu konuya yönelik öğrendiklerini transfer edebildikleri ve arkadaşlarının görüşlerinden yararlanarak kendi görüşlerini geliştirdikleri söylenebilir.

Öğrendiklerini transfer etme (S11) stratejisi, öğrenciye öğrendiği temel kavramları benzer ama farklı bağlamlara uygulamasına fırsat yaratılmasıyla ilişkilidir (Paul vd., 1990). Bu sayede öğrenci kavram ve yeni uygulaması hakkında ilişki kurmaya başlar ve bir sürenin sonunda düşünme rutini haline getirir (Tajudin vd., 2019). Bu stratejiye yönelik yürütülen etkinliklerden elde edilen bulgulara bakıldığında öğrencilerin öğrendiklerini büyük çoğunlukta hatta bazı etkinliklerde sınıfın tamamının (Tablo 29 ve 40) doğru şekilde transfer ettiği tespit edilmiştir. Özellikle öğrencilerin hepsi tarafından doğru şekilde tamamlanan etkinliklerin öğrenme alışkanlığı oluşturulması amacıyla tasarlanan

yapılandırılmış etkinlikler (Üner & Biber, 2020) oldukları belirlenmiştir. Bu yapılandırılmış etkinlikler birden fazla kavram arasındaki ilişkinin kurulması üzerinedir. Bu ilişkilerin hücre, doku, organ, sistem ve organizma kavramları arasında lineer (Tablo 29), madde, karışım, saf madde, homojen karışım, heterojen karışım, element ve bileşik kavramları arasında hiyerarşik (Tablo 40) olarak kurulması amaçlanmıştır. Kavramlar arasında ilişkilerin kurulması üzerine tasarlanmış yapılandırılmış etkinliklerin sunulmasının öğrencilerin öğrendiklerini kolaylıkla transfer etmelerinde etkili olduğunu göstermektedir. Yapılandırılmış etkinlikler öğrencilerin kavramlar arasında doğru ilişkiler kurabilmelerine yardımcı olurken kavramsal anlamalarını da desteklemektedir (Post, 1981; Turan-Oluk & Ekmekçi, 2019). Ayrıca, öğrencilerin düşünme rutini oluşturabilmeleri için yapılandırılmış ve açık yönergeler içerecek şekilde sunulan Hücre ve Bölünmeler ünitesinde, yürütülen etkinliklerin çoğunda öğrencilerin transfer etme durumlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 28, 29 ve 30). Sunulan etkinlikler ne kadar yapılandırılmış olursa öğrencilerin kavramların tanımlarını kullanabilme becerileri arttırmakta ve kavramları eleştirel şekilde transfer etme becerileri de geliştirmektedir (Akınoğlu, 2001). Öğrencilerde düşünme rutini oluştuğuna inanılarak bu stratejiye yönelik tasarlanan etkinlikler örnek verme, model oluşturma, çizim yapma gibi daha az yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış şekilde sunulmaya başlanmıştır. Bu sayede, öğrencilerin kendi iç görülerini ve anlayışlarını yeni durumlarla sentezlemeleri beklenmiştir. Benzer şekilde, pilot uygulamada da öğrenciler sürece alıştıktan sonra etkinlikler yapılandırılmamış şekilde sunulmuş olup öğrencilerin bu etkinliklere uyum sağladıkları görülmüştür. Ancak, yapılandırılmamış şekilde yürütülen etkinliklerden elde edilen bulgulara bakıldığında asıl uygulamadaki öğrencilerin çoğunluğunun kısmen doğru transferler yapabildikleri görülmüştür. Özellikle, yapılandırılmamış şekilde tasarlanan ilk etkinlikte (Tablo 32, dölleme kavramı), öğrencilerin etkinliği kavramakta zorlandıkları ve yönergeye ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin Covid-19 pandemisi sebebiyle 1,5 yıl kadar bilgisayar ekranından bilgiyi alıcı rolünü üstlenerek organize edilmiş bilgiyle karşı karşıya kalmaları ve öğrendiklerini organize ederek farklı durumlarla ilişkilendirecek ve transfer edecek deneyimler yaşayamamaları bu duruma neden olarak gösterebilir (Canoğulları, Yıldız-Arıanoğlu, Kesik, & Atıcı, 2022). Pandemi sürecinde yeni öğrenme alışkanlıkları oluşturan öğrencilerde yeni alışkanlık oluşturmak için daha uzun süreye ihtiyaç duyulduğu düşünülmüştür. Bu sebeple, etkinlikler yarı yapılandırılmış şekilde tasarlanarak etkinlik öncesinde öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini geliştirmeleri amacıyla sınıf tartışmaları ya da öğretmenin kritik sorularıyla desteklenmeye çalışılmıştır.

Daha az yapılandırılmış ve transfer etme için daha fazla çaba harcaması gereken etkinliklerde öğrendiklerini hatalı transfer eden öğrenci sayısının da arttığı görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin kavrama yönelik öğrendiklerini yeni durumlara transfer ederken sahip oldukları doğru ya da hatalı anlayışları da bu sürece dahil ettikleri belirlenmiştir (bakınız ağırlık kavramı için Tablo 33 ve iş kavramı için Tablo 35). Birçok fen kavramının günlük yaşantıda yerinin olması öğrencilerin bu

kavramlara ilişkin ön bilgilerle sınıfta bulunmalarına neden olmaktadır (İlkörücü-Göçmençebe, 2007; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Ön bilgilerinde alternatif kavrama bulunan öğrencilerin, ilgili kavramı yeni bir duruma transfer ederken sahip olduğu bu anlamayı yeni öğrendiğiyle birleştirerek transfer ettiği belirlenmiştir (örneğin Tablo 33). Bu şekilde alternatif kavramaya sahip öğrenciler, edindikleri yeni bilginin eski bilgiyle uyuşmaması sebebiyle yeni bilgiyi özümsemekte sorun yaşamaktadırlar (Buyruk & Korkmaz, 2017; Ecevit & Özdemir-Şimşek, 2017). Bu noktada, hatalı transfer yapan öğrencilerin yeni bilgilerinin ön bilgilerini değiştiremediği söylenebilir. Bu doğrultuda, bu öğrencilerin, kavrama yönelik hem var olan hem de yeni öğrendikleri bilgileri farklı durumlara transfer etmek için zihinlerinde örgütlerken etkinliklerin yapılandırılmamış olması sebebiyle fazla miktarda bilgiyi sentezlemekte güçlük yaşadıklarının ve sentez sürecine hatalı bilgileri de dahil ettiklerine işaret etmektedir. Hatalı transfer yapan öğrencilerin sahip oldukları ön öğrenmelerin yürütülen öğretim müdahalesiyle değiştirilememesinde bu alternatif kavramaları öğretmenin fark etmemesi, anlamaların uzun süreli olması ya da öğrencilerin okul dışı yaşantılarında anlamalarla sürekli karşılaşmaya devam etmesinin etkili olduğu (Ecevit & Özdemir-Şimşek, 2017; Kara & Aktürkoğlu, 2019) ve kavramsal değişimin sağlanmasının engellendiği düşünülmektedir. Ayrıca, DDÖ yaklaşımı, öğrencilerin hem beceriyi hem konuyu aynı anda öğrenmesini hedeflediğinden (Swartz, 2012) yarı-yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış etkinliklerde öğrenciler bilgiyi organize etmenin yanı sıra ilgili beceriyi de organize etmektedirler. Kavramın öğretimi sırasında öğrencinin kendi yanılgılarını fark etmemesi ya da kendi düşüncelerini sorgulama becerisinin gelişmemesi durumunda, zihin iki farklı süreci organize etmeye çalışırken (Swartz, 2012; Swartz & McGuinness, 2014) sahip olunan anlayışları da düşünme sürecine dahil etmektedir (Paul vd., 2009). Bu doğrultuda, öğrencilerden kavramı yeni duruma transfer etmeleri istendiğinde sahip oldukları anlayışları / alternatif kavramaları bu düşünme sürecinden bağımsız tutmanın mümkün olmadığı ve bu anlamaların yeni alternatif kavramalara sebep olduğu ifade edilebilir.

4. 3. 2. Öğrencilerin Görüş Geliştirme Stratejisini (S12) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

12 numaralı strateji olan görüş geliştirme stratejisine yönelik etkinlikler, öğrencilere kritik soruların yöneltmesini içermektedir. Öğrencilerden, yöneltilecek sorunun ait olduğu konuya yönelik bütüncül bir bakış açısıyla fikir üretmeleri ve fikirlerini destekleyecek gerekçeleri sunmaları beklenmektedir. Hücre modelleri konusuna başlanmadan önce öğrencilerin hücre ve organellerin keşfedilme sırasının nasıl olduğu, organellerin de hücreyle beraber mi keşfedildiğiyle ilgili yöneltilecek soruya verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46. Hücre ve Organellerin Keşfedilme Sırasına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine görüş	Ö1, Ö2, Ö7, Ö8, Ö14, Ö16	6	Ö7: Eski zamanlarda teknoloji çok gelişmediği için hücrenin organellerini bulamamış olabilirler. Ama teknolojiyle birlikte yeni bilgilere ulaşabilirler.
Yüzeysel görüş	Ö4, Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö17, Ö21, Ö23	9	Ö11: Hayır bulmamıştır, çünkü çok araştırdılar. Zaman aldı ama aynı anda değildir.
Hatalı görüş	Ö3, Ö5	2	Ö3: Bilim insanların aynı anda araştırma şansları çok az.

Hücre ve organellerin keşfedilmesi konusundaki görüş geliştirme etkinliği hücreye yönelik yapılan çalışmalar konusuna başlanmadan önce yürütülerek öğrencileri hücreye yönelik yapılan çalışmalar konusuna hazırlamak amaçlanmıştır. Yöneltilen soruda öğrencilerden bilimsel bilginin gelişiminin bir sürece bağlı ve gelişimini etkileyen faktörler olduğuna yönelik görüşler geliştirmeleri beklenmiştir. Öğrenciler kendi oluşturdukları küçük gruplarda düşüncelerini paylaşarak birbirlerinin görüşlerini değerlendirdikten sonra soruyu cevaplandırmışlardır. Tablo 46 incelendiğinde öğrencilerin hücrenin ve organellerinin aynı anda mı farklı zamanda mı keşfedildiği sorusuna yönelik görüşlerinin yüzeysel kaldığı görülmektedir. İki öğrencinin cevabı hatalı iken altı öğrenci görüşünü detaylandırabilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun bilimsel bilginin gelişebileceği ve değişebileceğine yönelik görüşlerinin olduğu ancak bazılarının bilginin bu değişim ve gelişimine sebep olan faktörleri isimlendirmede eksik kaldığı görülmüştür. Bilimsel bilgideki değişim ile teknolojinin gelişimini birbirleriyle ilişkilendirebilme durumları öğrencilerin bilimin doğası unsurlarından en fazla gelişim gösterdikleri unsurlardan biridir (Adıyaman, 2019; Çetinkaya, 2019). Bu gelişim çoğunlukla yürütülen öğretim müdahaleleri ile sağlanmıştır (örneğin, Coşkun, 2021; Çetinkaya, 2019; Yacoubian & BauJaoude, 2010). Yürütülen etkinlikte öğrenciler grup tartışmaları sırasında çeşitli açıklamalar geliştirme sürecinde sadece sahip oldukları kavramsal bilgiyi ve arkadaşlarının fikirlerini kullanmışlardır. Bu noktada, öğrencilerin kavramsal yetersizliğinin hem kendi görüşünü oluşturma hem de birbirlerinin görüşlerini geliştirme süreçlerini etkilediği söylenebilir. Bu doğrultuda, geliştirilen görüşlerin kalitesinde kavramsal bilginin derinliğinin ve grup çalışmaları esnasında sunulan fikirlerin niteliğinin önemli olduğu düşünülmektedir. Sınıf içerisinde bu soruya yönelik yürütülen diyaloglarda öğrencilerin daha detaylı cevaplar verdikleri görülmüştür. Örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

Öğrenci 1: Önce hücre, sonra çekirdek, sonra da çekirdeğin içindeki yapılar keşfedilmiştir.

Öğrenci 2: Mesela arkadaşım hücreyi buldu. Ben de arkadaşımın düşüncesinden yararlanarak organelleri bulurum.

Öğrenci 3: Teknoloji gelişmemiştii, hepsini farklı zamanlarda buldular.

Öğrenci 4: Mikroskop şimdi bildiğimiz mikroskop değildi.

Öğrencilerin çoğunluğunun doğru görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin görüşlerini detaylandırmaları için farklı görüşleri de duyma ihtiyaçları olduğu düşünülmektedir. Bu durum, öğrencilerin kendi oluşturdukları grupların görüşlerini geliştirmek için yeterli olmadığını göstermektedir. Küçük gruplar öğrencilerin kendi sosyal çevrelerinden oluşmaları sebebiyle öne sürülen görüşler daha kolay kabul edilmekte ve görüşlerin sorgulanması çoğunlukla yapılmamaktadır (Cook, 2008). Sınıf tartışmasında ise öğrenciler güvenli gruplarından çıkarak farklı düşüncelerle karşılaşır. Hem kendi görüşleri sorgulanır hem de arkadaşlarının görüşlerini sorgulayarak kendi görüşlerini değerlendirirler. Bu noktada, öğrencilerin kendi görüşlerini geliştirirken arkadaşlarının görüşlerini geliştirme sürecinde sınıf tartışmalarından faydalandıkları görülmüştür. Öğrencilerin sunulan fikir üzerine düşünerek kendi düşüncelerinde eksik kalan noktaları tamamladıkları söylenebilir.

Hücrenin yapısına yönelik önerilen modellerle ilgili etkinlik yapıldıktan sonra öğrencilere ilk hücre modeli ile okul kitabında yer alan hücre modelinin aynı olup olmadığına ilişkin görüşleri sorulmuştur. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 47’de sunulmuştur.

Tablo 47. İlk ve Güncel Hücre Modelinin Benzerliğine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine görüş	Ö1-Ö3, Ö7, Ö8, Ö12, Ö17	7	Ö2: O zamanlar hücreyi keşfetmişler ve günümüzdeki kadar ayrıntılı inceleyememişler. Gelişmiş mikroskopları yoktu. Teknoloji gelişince daha ayrıntılı incelenip görüntüsünde değişiklik olabilir.
Yüzeysel görüş	Ö4-Ö6, Ö10, Ö13, Ö16	6	Ö4: O zamanki teknolojiyle bu zamanki teknoloji farklıdır.
Hatalı görüş	Ö9, Ö23	2	Ö23: Aynıdır.
İlişkisiz	Ö21	1	Ö21: Farklıdır, biri köşeli diğeri yuvarlak.
Boş	Ö14	1	-

Öğrenciler soruya yönelik grup tartışmaları yürüttükten sonra geliştirdikleri görüşlerin yer aldığı Tablo 47 incelendiğinde, öğrencilerin çoğunluğunun görüşleri doğru olup görüşünü detaylı şekilde açıklayan öğrenci sayısı yedidir. Bir öğrenci ilk hücre modeliyle güncel modelin birbirinin aynısı olduğunu belirtirken bir öğrenci soruya ilişkisiz yanıt vermiştir. Öğrencilerin büyük kısmı teknolojinin gelişimine vurgu yaparken az sayıda öğrenci ise teknoloji sayesinde artan görüntüleme kalitesini ifade etmiştir. Öğrencilerin çoğu cevaplarında bilim ile teknoloji arasındaki ilişkinin bilimsel bilginin gelişimindeki etkisine değinmişlerdir. Ancak, hücre modellerine yönelik yürütülen etkinlikten sonra belirli bir kavramsal anlamaya ulaşan öğrencilerin grup tartışmaları sırasında birbirlerinin görüşlerini daha fazla geliştirmeleri beklenmekteydi. Sorgulamaya dayalı etkinlikler öğrencilerin bilimin doğasına yönelik görüşlerini geliştirmesine rağmen (Yacoubian & BauJaoude, 2010), öğrencilerin yarısından azının görüşü derinlemesine düzeydedir. Bu durumun sebepleri arasında öğrencilerin küçük grup tartışmaları sırasında yeterli sorgulamada bulunacak kavramaya sahip olamayabileceği gibi görüşlerinin yeterli olduğuna inanmaları da olabilir. Yeterli kavramsal

anlamaya sahip olmayan öğrenciler kavramalarına yönelik farkındalıkları da düşükse küçük grup tartışmalarında katkıda bulunamazlar (Doğan & Demir, 2023). Bu noktada, öğrencilerin kavramsal anlamalarının yeterli olmaması sebebiyle grup çalışmalarında derinlemesine düzeyde görüşlerin geliştirilmediği düşünülmektedir. Bu doğrultuda hem öğrencilerin kavramsal anlamalarının hem de küçük grup tartışmalarının öğrencilerin hücre modellerinin gelişimine yönelik etkinlikteki görüşlerinin niteliğine sınırlı etkisinin olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, bir öğrencinin hatalı görüş sunduğu görülmektedir. Küçük grup tartışmalarında, kendi bilgisine güven duymayan öğrencilerin yanlış bilgileri tartışma içerisinden seçmeleri olasıdır (İspir & Yıldız, 2021; Karaer, Karademir, & Özlü, 2019). Bu noktada, bu öğrencinin de kavramsal anlamasının yetersiz olması ve tartışma sırasında doğru bilgileri seçememesi sebebiyle yanlış görüş geliştirdiği söylenebilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde elementlerin sembollerle gösterimi konusuna yönelik görüş geliştirme etkinliğinde öğrencilere bir görsel (ellerindeki pankartlarda fosforun farklı dillerde yazılışı bulunan beş kişi ve fosforun sembolünün yazdığı pankartı taşıyan bir kişi) verilmiştir ve elementlerin sembollerle gösteriminin faydalarının neler olduğu sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 48’de yer almaktadır.

Tablo 48. Elementlerin Gösterimde Sembol Kullanımının Faydalarına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine görüş	Ö1-Ö4, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17-Ö22	15	Ö4: Farklı ülkelerin farklı dilleri vardır. Yani başka ülkeler bizim dilimizi anlayabilir. Bu yüzden ortak semboller anlamamızı sağlar.
Yüzeysel görüş	Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö16	6	Ö6: Her dilde anlaşılır.
Boş	Ö5, Ö23	2	-

Öğrencilerin elementlerin gösteriminde sembol kullanımının faydalarına yönelik görüşlerinin büyük çoğunluğunun derinlemesine görüş kategorisinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 48). Yüzeysel görüş kategorisinde altı öğrenci bulunmaktadır. Cevap veren öğrencilerin tamamı sembol kullanımının iletişimi kolaylaştırdığı konusunda hem fikirdir. Fen öğretiminde kullanılan görseller öğrencilerin bilimsel düşünme becerileri (Türkoğuz & Yayla, 2010) ile düşünme sürecine hayal gücü, yaratıcılık ve sezgiyi de katarak problem çözme ve sorgulama becerilerinin gelişimini sağlar (Eisenkraft, Heltzel, Johnson, & Radcliffe, 2006). Ayrıca, konuya uygun ve doğru görsel seçimleriyle düşünme süreçleri harekete geçirilerek öğrencilerin görsel ifade becerileri olumlu etkilenir (Akçay & Okur-Akçay, 2017). Bu doğrultuda, öğrencilerin çoğunun derinlemesine görüş geliştirebilmeleri ve hatalı görüşe sahip öğrencinin bulunmaması, elementlerin sembollerine yönelik sunulan görselin bu etkinlik için uygun bir görsel olduğuna işaret etmektedir. Bu noktada, konuya uygun görselle planlanmış görüş geliştirme etkinliğinin öğrencilerin bilişsel süreçlerini destekleyerek derinlemesine görüş geliştirmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte,

öğretimde kullanılan görsel materyaller kalıcı öğrenmeyi sağlayarak (Alptekin & Demirci-Güler, 2022), bilginin farklı durumlar karşısında hatırlanmasını ve kullanılmasını desteklemektedir. Konunun öğretimi sırasında elementlerin sembolleri öğrencilere tanıtılırken hidrojen ve helyum elementlerinin ikisinin de neden “H” ile gösterilmediği sorusuna öğrenciler “İkisine de H dersek karıştırılır” şeklinde cevap vermişlerdir. Bu durumda öğrencilerin sembollerin kullanım amacına yönelik kavramalarının oldukça yüksek olduğu, kullanılan materyalin etkisinin devam ettiği ve karşılaştıkları benzer durumlarda da bu bilgilerini kullanarak görüşlerini genişlettikleri söylenebilir.

Görüş geliştirme stratejisine yönelik son etkinlikte öğrencilerden geri dönüşümün katkılarına yönelik görüşlerini bir gazete haberi üzerinden yapılandırarak ifade etmeleri istenmiştir. Gazete haberi, Norveç’in çöplerini kullanması için İsveç’e para ödemesi ve İsveç’in bu çöpleri elektrik ve ısınma amaçlı geri dönüşümde kullanmasına ilişkin detayları içermektedir. Öğrenciler gazete haberini okuduktan sonra düşün-eşleş-paylaş tekniği ile fikirlerini sıra arkadaşıyla paylaşarak hem karşındakinin hem de kendi görüşlerini sorgulayarak görüş geliştirme süreci geçirmiştir. Öğrencilerin geri dönüşümün katkılarına yönelik verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular Tablo 49’da yer almaktadır.

Tablo 49. Geri Dönüşümün Katkılarına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine görüş	Ö1-Ö4, Ö7, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16	9	Ö16: Atıklar geri dönüştürülerek ekonomik katkısı olur. Çevre kirliliği önlenir. Fabrikada üretim azalır böylece fabrika dumanları çıkmaz. Ağaçlar kesilmez böylece oksijen oranı artar.
Yüzeysel görüş	Ö5, Ö6, Ö8-Ö10, Ö13, Ö15, Ö17, Ö18, Ö20-Ö23	13	Ö20: Ekonomiye katkısı olur. Ağaçlardan tasarruf. Ham madde ihtiyacı azalır.

Tablo 49 incelendiğinde, öğrencilerin geri dönüşümün katkılarını ifade etme durumlarının çoğunlukla yüzeysel görüş kategorisinde kaldığı görülmüştür. Geri dönüşümün katkılarını farklı yönlerden (ekonomi, kirliliğin önlenmesi vb.) açıklayan öğrenci sayısı dokuzdur. Kullanılan gazete haberinin ekonomik kazanca vurgu yapması da öğrencilerin görüşlerinin bu noktada toplanmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, ülkemizde geri dönüşümün katkılarını çoğunlukla ekonomik fayda ve çevrenin korunması ile ilişkilendirme eğilimi bulunmaktadır (Alkış-Küçükaydın, 2022; Aytar & Özsevgeç, 2019; Erdaş-Kartal & Ada, 2019; Harman & Çelikler, 2016; Ural-Keleş & Keleş, 2018). Bu durumun açığa çıkmasında geri dönüşüm kavramının öğretiminde “atığın yeniden ham madde haline getirilerek üretime tekrar katılması” vurgusu yer almakta ve bu ifade öğrencilerde ekonomik faydanın en önemli kazançlardan biri olduğu fikrini oluşturmaktadır (Erten & Köseoğlu, 2022). Bu doğrultuda, sunulan gazete haberi de literatürdeki çalışmalarla benzer amaca hizmet ederek çoğu öğrencinin geri dönüşüm algısını ekonomik kazanç ile ilişkilendirmiş ve öğrencilerin neredeyse tamamı ekonomik katkı ve çevre kirliliğinin önlenmesini ifade etmiştir. Enerji tasarrufu, canlı sağlığının korunması, gelecek nesillere katkı gibi ifadelere bir arada yer veren öğrenci sayısı

oldukça sınırlıdır. Bu noktada, seçilen gazete haberinin, düşün-eşleş-paylaş etkinliği sırasında benzer görüşlere sahip öğrencilerin birbirlerinin görüşlerini geri dönüşümün diğer katkılarını da ifade edecek şekilde geliştirmede kısmen yeterli olduğu söylenebilir.

Görüş geliştirme stratejisi (S12) öğrencilerin konuya yönelik öğrenmelerinin eleştirel analiz yoluyla zenginleştirmelerini öğrenmesidir (Paul vd., 1990). Bu sayede öğrenciler tek bir bakış açısının bir konuyu değerlendirmek için yeterli olmadığını anlayarak farklı bakış açılarının olduğunu ve bu düşünceleri kendi görüşlerini güçlendirmek için de kullanabileceğini fark ederler. Bu stratejiye yönelik yürütülen etkinliklerden elde edilen bulgulara bakıldığında öğrencilerin geliştirdikleri görüşlerin çoğunlukla yüzeysel düzeyde kaldığı belirlenmiştir (Tablo 46 ve Tablo 49). Atom modellerine yönelik yürütülen görüş geliştirme etkinliğinde ise derinlemesine (f: 7) ve yüzeysel görüş (f: 6) düzeylerinde yakın sayıda öğrenci bulunmaktadır. Bu durumda öğrencilerin görüşlerini geliştirebildikleri ancak görüşlerinin niteliğinin yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Öğrencilerin sınıf önünde kaygı yaşamalarını önlemek amacıyla görüş geliştirme stratejisine yönelik yürütülen ilk etkinlikler küçük grup tartışmalarıyla yürütülmüştür. Görüş geliştirme etkinlikleri süresince öğrencilerin farklı görüşleri kendi görüşlerini güçlendirmek için kullanmaları beklenmekte, bunu yapabilmek için arkadaşlarını aktif dinlemeleri gerekmektedir (Doğan & Demir, 2023; Katipoğlu & Razi, 2022). Ancak, hücre ve organellerin keşfedilme sırasıyla ilgili etkinlikte öğrencilerin görüşlerini (Tablo 46), küçük grup tartışmalarında değil sınıf tartışması sırasında birbirlerinin görüşlerini dinlerken geliştirdikleri görülmüştür. Bunun sebebi, küçük grubu oluşturan öğrencilerin kavramsal yetersizlikleri sebebiyle öne sürülen ilk fikri benimsemeyerek kendi görüşlerini geliştirememeleri olabilir (İspir & Yıldız, 2021; Karaer vd., 2019; Yıldızlar, 2021). Öğrenciler, sınıf tartışması sırasında ileri sürülen farklı görüşleri sorgulayarak kendi görüşlerini geliştirmek için kullanmışlardır. Ancak, ilerleyen süreçlerde bu tür diyaloglar sınıf içinde sınırlı olarak gözlenmiştir. Grup tartışmalarının yerini düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri almıştır. Öğrenciler küçük gruplarda kendilerini daha ait hisseder ve düşüncelerinin doğru ve yanlış olmasına bakılmaksızın kendi sosyal grubu tarafından kabul edileceği güvenine sahiptirler (Cook, 2008). Düşün-eşleş-paylaş etkinliklerinin kullanılması sırasında, öğrencilerin görüşlerine gruplarından onay almamaları sebebiyle, fikirlerini sınıf tartışmalarında paylaşmaktan kaçındıkları düşünülmektedir. Öğrenciler belirli düzeyde görüş geliştirebilseler ve hatalı görüşü geliştiren öğrenci sayısı sınırlı olsa dahi görüşlerini paylaşmama eğilimlerinin öğrencilerin sosyal kaygılarıyla ilişkili olduğu söylenebilir (Cook, 2008; Namdar & Tuskan, 2018). Küçük grup tartışmalarında öğrencilerin görüşleri o grup tarafından bir onay sürecinden geçer ve bu durum öğrencilerin görüşlerine güven duymalarını sağlar. Arkadaşlarından ön onay olan öğrenciler sınıf tartışmalarında görüşlerini paylaşmaya daha istekli ve görüşlerini geliştirmeye daha hevesli olurlar (Paul vd., 1990). Bu noktada, bu stratejiye yönelik planlanan etkinliklerin küçük grup tartışmaları şeklinde yürütülmesinin öğrencileri arkadaşlarıyla bir konuya ilişkin görüş geliştirmeye teşvik ederek sınıfın tamamıyla düşüncelerini paylaşma

kaygılarının aşılmasına yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, küçük grup tartışmaları kadar görüş geliştirmede etkili olan yollardan birisi de görsel materyallerin sunulmasıdır (Tablo 48). Görsel materyaller sayesinde öğrenciler problem çözme sürecine yaratıcılıklarını, sezgilerini katarlar (Eisenkraft vd., 2006). Öğrenciler görseli inceleyerek farklı stratejileri (örneğin, benzerlik ve farklılıkları belirleme, ilgisiz olgulardan ilgili olanları ayırt etme) de kullanarak bir görselin neyi ifade ettiğini düşünce süreçleri içinde açığa çıkarmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun derinlemesine görüşler geliştirebilmeleri doğru düşünce süreçlerinden geçtiklerini göstermektedir. Bu doğrultuda, konuya uygun seçilen görsel bir materyalin öğrencilerin sorgulama becerilerini işe koşarak (Akçay & Okur-Akçay, 2017) görüş geliştirmelerine yardımcı olduğu söylenebilir.

4. 3. 3. Öğrencilerin Sözcüklerin ve Söz Öbeklerinin Açık Hale Getirilmesi Stratejisini (S14) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisine yönelik yürütülen etkinliklerde ilgili konuda yer alan kavramların tanımları her konunun başında öğrencilere verilmiş ve öğrencilerden tanımları analiz ederek kavramın özelliklerini belirlemeleri istenmiştir. Bu stratejiye yönelik yürütülen etkinlikler her konunun öğretiminde ilk sırada yürütülen etkinliktir. Öğrenciler konunun temel kavramları ile ilk kez bu etkinliklerde karşılaşmışlardır. Bu sebeple öğrenciler bu etkinliklerde sadece verilen tanımları ve varsa ön öğrenmelerini kullanmışlardır. Öğrenciler her bir kavram üzerine tek tek çalışmışlardır, sonrasında ilgili kavramın özellikleri sınıf tarafından söylenmiştir. Hücre ve Bölünmeler ünitesindeki ilk konu olan hücre ve hücrenin yapısına ait kavramların tanımları öğrencilere verilerek kavramların özelliklerini belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 50’de sunulmuştur.

Tablo 50. Öğrencilerin Hücre ve Hücrenin Yapısına Ait Kavramların Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Hücre	Tam belirleme	Ö19	1	Ö19: Gözle görülmez, canlıdır, tüm canlılarda vardır, yapı ve görev birimidir
	Kısmen belirleme	Ö1-Ö10, Ö12-Ö17, Ö21	17	Ö17: Çok küçüktür, canlıdır, gözle görülmez
	Tanımın tekrarı	Ö18	1	-
Hücre zarı	Tam belirleme	Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12-Ö16, Ö19	11	Ö12: Hücrelere şeklini verir, hücreyi dış etkilerden korur, seçici-geçirgen katman, hücrenin etrafını çevreler
	Kısmen belirleme	Ö1, Ö4-Ö6, Ö9, Ö17, Ö21	7	Ö5: Şekli vardır, katmandır, her hücrenin etrafını çevreler, hücrenin şeklini verir
	Hatalı ifade	Ö4	1	Ö4: Canlıdır
	Boş	Ö18	1	-

Tablo 50'nin devamı

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Sitoplazma	Tam belirleme	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12-Ö15, Ö19, Ö21	14	Ö21: Yumurta akına benzer, hücre zarı ile çekirdeğin arasındadır, organel bulunur, sıvıdır
	Kısmen belirleme	Ö6, Ö9, Ö16, Ö17	4	Ö6: Yumurta akına benzer
	Hatalı ifade	Ö4	1	Ö4: Canlıdır.
	Boş	Ö18	1	-
Çekirdek	Tam belirleme	Ö1, Ö3-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö17, Ö19	11	Ö3: Yaşamsal faaliyet merkezidir, DNA bulunur
	Kısmen belirleme	Ö6, Ö14	2	Ö14: Yaşamsal faaliyetlerin yönetim merkezi
	Hatalı ifade	Ö3, Ö4, Ö7-Ö9, Ö12, Ö14	6	Ö9: Canlıdır
	Tanımın tekrarı	Ö2, Ö15, Ö16	3	-
	Boş	Ö18, Ö21	2	-

Tablo 50 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun hücre kavramı hariç diğer kavramların özelliklerini tam belirledikleri görülmektedir. Öğrencilere verilen ilk kavram olan hücre kavramının özelliklerinin belirlenmesinde öğrencilerin büyük kısmının kısmen belirleme kategorisinde yer almaktadır. Hücre kavramının özelliklerinin belirlenmesinden önce alıştırma etkinliği yapılmış olsa da öğrenciler sürece alışmaları için zamana ihtiyaç duymuşlardır. Ayrıca, öğrencilerin hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek kavramlarının tanımında yer almayan bazı ifadeleri (örneğin; canlı) de özellik olarak belirterek yorum katmışlardır. Öğrencilerin hücrenin tanımında yer alan “canlılık özelliği gösterir” ifadesini hücrenin diğer yapıları içinde genelledikleri düşünülmektedir. Öğrencilerden organelleri tanımlamaları istendiğinde canlı terimini de tanımlara eklemektedirler (Karakaya & Yılmaz, 2021). Bu noktada öğrencilere birden fazla kavram verildiğinde, diğer kavramların tanımlarından etkilenecek üzerinde çalışılan kavramın tanımının sınırları içerisinde kalmakta zorlandıkları ve üst kavramın özelliklerini alt kavramlara aktardıkları söylenebilir.

Hücre ve Bölünmeler ünitesinin bir sonraki etkinliği hücre, doku, organ, sistem ve organizma arasındaki ilişkinin kurulması konusunda yürütülmüştür. Öğrenciler kendilerine verilen kavram tanımlarını analiz ederek kavramların özelliklerini belirlemişlerdir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 51’de sunulmuştur.

Tablo 51. Öğrencilerin Hücre, Doku, Organ, Sistem ve Organizma Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Hücre	Tam belirleme	Ö1-Ö3, Ö7, Ö8, Ö11, Ö21	7	Ö11: Gözle görülmez, en küçük yapıdır, canlılık özelliği gösterir, yapı ve görev birimidir
	Kısmen belirleme	Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö12-17, Ö19, Ö20, Ö23	14	Ö4: Gözle görülmez, canlıdır, tüm canlılarda var
	İlişkisiz cevap	Ö22	1	Ö22: Var olan tüm hücreler

Tablo 51'in devamı

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doku	Tam belirleme	Ö1-Ö4, Ö7, Ö9-Ö11, Ö13-Ö17, Ö21, Ö22	15	Ö1: Hücreler topluluğudur, benzer yapıya sahiptir, aynı işi yapan hücrelerdir
	Kısmen belirleme	Ö6, Ö8, Ö12, Ö19, Ö20	5	Ö20: Benzer yapıya sahip, aynı işi yapan
	İlişkisiz cevap	Ö5	1	Ö5: Yapıya sahip, canlıdır
	Boş	Ö23	1	-
Organ	Tam belirleme	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö19, Ö21	9	Ö19: Dokuların bir araya gelmesiyle oluşur, en az iki dokudan oluşur
	Kısmen belirleme	Ö4, Ö17, Ö22	3	Ö4: İki den fazla doku var
	İlişkisiz cevap	Ö14	1	Ö14: İki ya da daha fazla olur
	Tanımın tekrarı	Ö2, Ö10, Ö13, Ö15, Ö16, Ö20	6	-
	Boş	Ö6, Ö9, Ö23	3	-
Sistem	Tam belirleme	Ö1-Ö4, Ö8, Ö10-Ö12, Ö22	9	Ö12: Organların beraber oluşturduğu yapı, belli bir görevi yerine getirir
	Kısmen belirleme	Ö5, Ö9, Ö13, Ö14, Ö17, Ö19-Ö21	8	Ö9: Belli bir göreve sahiptir
	Hatalı ifade	Ö1, Ö12, Ö17, Ö20, Ö23	5	Ö23: Tek başına çalışamaz
	Tanımın tekrarı	Ö7, Ö15, Ö16	3	-
	Boş	Ö6	1	-
Organizma	Tam belirleme	Ö1-Ö5, Ö7, Ö10-Ö12, Ö14, Ö16, Ö19, Ö20	13	Ö3: Birden fazla sistemden oluşur, beraber çalışırlar, bağımsız bir canlıdır
	Kısmen belirleme	Ö9, Ö13, Ö17, Ö22, Ö23	5	Ö17: Sistemlerden oluşur
	Hatalı ifade	Ö4, Ö8, Ö17	3	Ö4: Vücutta yer alır. Ö8: Birden fazla sistemin çalışarak oluşturduğu hücredir Ö17: Tek başına çalışamaz
	Tanımın tekrarı	Ö15	1	-
	Boş	Ö6, Ö21	2	-

Tablo 51 incelendiğinde, öğrencilerin doku, organ ve organizma kavramlarında tam belirleme kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğrenciler sistem kavramında da tam belirleme kategorisinde olsalar dahi kısmen belirleme kategorisinde de yakın sayıda öğrenci bulunmaktadır. Hücre kavramında ise öğrencilerin büyük çoğunluğu kısmen belirleme düzeyinde yer almaktadır. Hücre kavramının tanımı değiştirilmeden sunulduğu halde, öğrencilerin ikinci kez analiz etmelerine rağmen kavramın özelliklerini tam belirleyememeleri şaşırtıcıdır. Çünkü pilot çalışmada bu stratejiye yönelik yürütülen uygulamada aynı kavramı ikinci kez analiz edemeyen öğrenci olmamıştır. Aynı kavramı tekrar analiz edemeyen öğrencilerin yapılan etkinliği tam kavrayamadıkları ve özellik açık hale getirme becerisini yeterli kullanamadıkları varsayılabilir. Bu durumun sebepleri arasında hücre kavramının öğrenciler için artık yeni bir kavram olmaması ve etkinliği düşük motivasyonla tamamlamaya çalışmaları olabilir (Tsay & Kofinas, 2017). Diğer kavramların tanımlarını doğru şekilde belirleyen öğrenci sayısının daha fazla olması bu düşünceyle örtüşmektedir. Bununla beraber, öğrenciler tanımın içinde yer almayan ifadeleri de özellik olarak yazmaya devam etmişlerdir (sistem

ve organizma kavramları). Organizma kavramı için hatalı ifade yazan öğrencilerin tanımın özelliklerini uygun şekilde analiz edemedikleri söylenebilir. Hatalı özellikler belirten öğrencilerin okuduklarını anlamamaları sebebiyle eleştirel okuyamadıkları (Padilla vd., 1991), organizma tanımı üzerine yeterli düşünemedikleri ve organizmayı bütün ve bağımsız bir yapı olarak algılamakta zorlandıkları görülmüştür. Verilen tanımda yer alan “bağımsız canlı yapıdır” ifadesi yerine “birden fazla sistemin çalışarak oluşturduğu hücredir (Ö8)” ve “tek başına çalışamaz (Ö17)” ifadelerini belirten öğrenciler bu duruma kanıt gösterilebilir. Ayrıca, materyalde kavramların tanımları hücreden organizmaya sıralı olacak şekilde sunularak basitten karmaşığa doğru bir düzen olduğunu öğrencilerin fark etmeleri beklenmiştir. Organizmadan DNA’ya kadar kavramların sıralanması istendiğinde öğrencilerin genellikle organizmadan başlayamamakta ve organizmayı en üst yapı olarak adlandıramamaktadırlar (Turan & Koç, 2018). Bu noktada, hatalı ifadeler sunan öğrencilerin verilen kavramların bir sıra içerisinde olduğunu anlayamadıkları ve bu sıranın en üst yapısının organizma olduğunu fark edemedikleri söylenebilir.

Sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisine yönelik Hücre ve Bölünmeler ünitesinde yürütülen son etkinlik mitoz ve mayoz bölünme kavramlarında yapılmıştır ancak bu kavramlar öğrencilere aynı anda verilmemiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 52’de yer almaktadır.

Tablo 52. Öğrencilerin Mitoz Bölünme ve Mayoz Bölünme Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Mitoz bölünme	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6-Ö8, Ö11-Ö16, Ö18, Ö19, Ö21-Ö23	17	Ö6: İki yavru hücre oluşur, bütün canlılarda görülür, oluşan yavru hücreler ana canlının aynısıdır
	Kısmen belirleme	Ö3, Ö9, Ö10, Ö17	4	Ö9: İki yavru hücre oluşur, bütün canlılarda görülür
	Tanımın tekrarı	Ö5	1	-
Mayoz bölünme	Tam belirleme	Ö4, Ö5, Ö8, Ö13, Ö14, Ö17	6	Ö4: Kromozom sayısı yarıya iner, tür içi çeşitlilik olur, bölünme çeşididir, eşey ana hücrelerinden eşey hücreleri oluşur
	Kısmen belirleme	Ö1-Ö3, Ö6, Ö10, Ö12, Ö15, Ö16, Ö19, Ö21-Ö23	12	Ö19: Kromozom sayısı yarıya iner, tür içi çeşitlilik olur
	Hatalı ifade	Ö18	1	Ö18: Mayoz bölünmede 23 kromozom olur, <i>tür içi çeşitlilik oluşmaz</i>
	Tanımın tekrarı	Ö7, Ö11	2	-

Tablo 52 incelendiğinde, mitoz bölünme kavramında öğrencilerin büyük çoğunluğunun tam belirleme kategorisinde olduğu görülmektedir. Mayoz bölünme kavramına bakıldığında öğrencilerin büyük kısmı kavramın özelliklerini kısmen belirleyebilmişlerdir. Tam belirleme kategorisinde bulunan öğrenci sayısı altıdır. Mayoz bölünme kavramının tanımının hem uzun hem de anlamı bilinmeyen kelimeler (örneğin; eşey) ve fazla sayıda özellik içermesi öğrencilerin özellikleri belirlemede problem yaşamalarının sebebi olabilir. Okunan metinlerin uzunluğunun artması ve aşına olunmayan kelimeler bulunması öğrenciler metnin tamamını anlayamadığı için eksik öğrenmelere

yol açmaktadır (Varan & Sulak, 2018). Bu noktada öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları bir kavram olan mayoz bölünmenin bilinmeyen kelimeler ve uzun yapısı sebebiyle öğrencilerin anlamada zorlanmasına ve kısmen belirleme düzeyinde kalmalarına yol açtığı söylenebilir. Mitoz bölünmenin tanımı ise uzun olmakla birlikte öğrencilerin kullandıkları kelimelerle ifade edilmiştir. Bu sayede, öğrencilerin çoğunluğu kavramı tam ve doğru şekilde analiz edebilmişlerdir. Mitoz bölünme kavramı da her ne kadar öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları bir kavram olsa da kullanılan ve bilenen kelimelerle sunulması sayesinde öğrencilerin tanımı anlamalarını sağlayarak (Avcı & Yalçın, 2022), özelliklerin belirlenmesini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Ayrıca, mayoz bölünme kavramında bir öğrencinin cevabı hatalı ifadeler içermektedir. Öğrencinin cevabı incelendiğinde, mitoz bölünmeye ait özellikleri (tür içi çeşitlilik oluşmaz) mayoz bölünmeye yansıttığı tespit edilmiştir. Mayoz bölünmeye ait olan bu özelliğin mitoz bölünmeye atfedilmesi öğrencilerde sıklıkla karşılaşılan hatalardan birisidir (Alkan, Akkaya, & Köksal, 2016; Köroğlu & Avgın, 2022; Sesli & Kara, 2012). Ancak, mayoz bölünme için özellik belirleme etkinliği yapılırken öğrenciler mitoz bölünme konusunu tamamlamış olup mayoz bölünmeyi yeni öğrenmek üzeredirler. Bu noktada, mitoz ve mayoz bölünme kavramlarının tanımları öğrencilere farklı zamanlarda verilmiş ve kağıtta yazılı ifade farklı olsa dahi öğrencinin mitoz bölünmeye ait özellikleri hatırlamaya devam ettiği zihninde yanlış bir aktarım süreci yaşamamasına sebep olduğu söylenebilir.

Kuvvet ve Enerji ünitesinde yürütülen ilk etkinlikte öğrencilere kütle çekim ve yer çekimi kuvvetlerinin tanımları verilmiştir. Öğrencilerin bu kavramların tanımlarının analizinden elde edilen bulgular Tablo 53'te sunulmuştur.

Tablo 53. Öğrencilerin Kütle Çekim Kuvveti ve Yer Çekimi Kuvveti Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Kütle çekim kuvveti	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö8, Ö12, Ö15, Ö17	8	Ö4: Gök cisimleri birbirine uygular, gök cisimlerinin kütlelerine bağlı, gök cisimlerinin aralarındaki uzaklığa bağlı
	Kısmen belirleme	Ö13, Ö14, Ö16, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23	7	Ö19: Uzaklığa ve kütlelerin büyüklüğüne bağlıdır
	Tanımın tekrarı	Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö14, Ö18	6	-
Yer çekimi kuvveti	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4-Ö6, Ö8, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö19	11	Ö5: Yer küre üzerindeki cisimlere uygular, kuvvetin yönü her zaman merkeze doğrudur
	Kısmen belirleme	Ö13, Ö18, Ö20, Ö22	4	Ö13: Yönü her zaman yer kürenin merkezine doğrudur
	Tanımın tekrarı	Ö7, Ö10, Ö11, Ö15	4	-
	Boş	Ö23	1	

Tablo 53 incelendiğinde hem kütle çekim kuvveti hem de yer çekimi kuvveti kavramlarında öğrencilerin çoğunluğunun tam belirleme kategorisinde olduğu görülürken hatalı ifade yazan öğrenci bulunmamaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin tanımın aynısını yazma eğilimlerinin olduğu

belirlenmiştir. Aynı ders içerisinde öğrenciler iki kavram için özellik belirleme etkinliğini tamamlamışlardır. Etkinliğin yapısında değişiklik yapılmaması sebebiyle öğrenciler birden fazla kavramla karşılaştıklarında motivasyonlarının düştüğü ve etkinliği tamamlamaktan kaçındıkları düşünülmektedir. Yeni yaklaşımlar ya da etkinlikler öğrencilerin motivasyonlarını ve derse olan ilgilerini artırarak öğrencilerde başarılı olma isteği uyandırır. Ancak bu yenilik etkisi ortadan kalktığında uygulanan yaklaşımlar öğrenciler için artık yeni bir durum olmaktan çıkarak sıkılmalarına sebep olabilir (Tsay & Kofinas, 2017). Bu doğrultuda, düzenli olarak kavramların özelliklerini belirleme etkinliklerine maruz kalan öğrencilerin, bu etkinliğe yönelik motivasyonlarının ve etkinliği tamamlama isteklerinin azaldığı söylenebilir. İlgideki bu düşüş ve kendilerini güdüleyecek bir yol bulamaları, öğrencilerin bu stratejiye yönelik yürütülen etkinlikleri tamamlamaktan kaçınmalarının sebebi olabilir. Devam eden konular olan fiziksel iş ve enerji kavramlarının tanımları konunun sırası geldiğinde öğrencilere verilmiştir, öğrencilerin cevaplarının analizinden elde edilen bulguları Tablo 54'te yer almaktadır.

Tablo 54. Öğrencilerin Fiziksel İş ve Enerji Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Fiziksel iş	Tam belirleme	Ö1-Ö6, Ö8, Ö12-Ö15, Ö17-Ö19, Ö21-Ö23	18	Ö18: Kuvvet doğrultusunda yer değiştirmeli, cisme kuvvet uygulamamız lazım
	Kısmen belirleme	Ö16	1	Ö16: Kuvvet uygulandığı zaman cismin yer değişir
	Hatalı cevap	Ö9	1	Ö9: İnşaatçı çalışmak, sanayide çalışmak
	Tanımın tekrarı	Ö7, Ö11	2	-
Enerji	Tam belirleme	Ö2, Ö5, Ö7, Ö13	4	Ö13: İş yapabilme becerisi, kinetik ve potansiyel çeşitleridir, ikiye ayrılır
	Kısmen belirleme	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6, Ö8-Ö12, Ö14-Ö23	19	Ö23: İş yapabilme yeteneği

Tablo 54 fiziksel iş kavramı açısından incelendiğinde öğrencilerin büyük kısmının kavramın özelliklerini tam belirledikleri tespit edilmiştir. Kısmen belirleme kategorisinde bir öğrenci yer alırken hatalı cevap kategorisinde verilen cevap günlük hayatta farklı anlama sahip iş kavramına yönelik örnekler içermektedir. Günlük hayatta iş kavramı, bilim dilinde yer alan fiziksel iş kavramının yerine kullanılmakta ve bu kullanım öğrencilerin kavrama yönelik alternatif kavramalar geliştirmelerine sebep olmaktadır (Buyruk & Korkmaz, 2016; Çil & Çelik, 2020; Görece-Baybars, 2018). Yürütülen etkinlikte de bu öğrencinin kavramın özelliklerini belirlemek yerine cevabına alternatif kavramasını yansıttığı görülmüştür. Bu noktada, öğrencinin alternatif kavramasının etkinliğin doğasını fark edemeyecek kadar güçlü olduğu ve etkinliklerin bu anlamayı giderecek kadar etkili olmadığı yorumu yapılabilir (Adadan, 2014; Çavdar, Okumuş, Akyar, & Doymuş, 2017; Özmen, 2011). Enerji kavramına yönelik bulgulara bakıldığında ise, öğrencilerin çoğunluğunun kısmen belirleme kategorisinde olduğu görülmektedir. Tam belirleme kategorisinde sadece dört

öğrenci bulunmaktadır. “İş yapabilme becerisi”, enerji kavramının kaynaklarda yer alan tanımı olsa da bu kavramın bir üst kavram olduğunu öğrencilerin fark etmeleri ve kinetik ve potansiyel enerji konularına hazırlık olması amacıyla tanıma ekleme yapılarak iki cümle ile ifade edilmiştir. Ancak öğrencilerin büyük kısmının üst kavram bölümünü ihmal ettikleri görülmüştür. Enerji kavramının çok yönlülüğünün öğrenciler tarafından fark edilemediği ve iki cümleli yapılarda öğrencilerin ilk cümleyi analiz etme eğilimlerinin olduğu söylenebilir.

Kuvvet ve Enerji ünitesinde bu stratejiye yönelik son etkinlikte öğrenciler sürtünme kuvveti, hava ve su direnci kavramlarının tanımlarını analiz ederek kavramların özelliklerini belirlemişlerdir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 55’te sunulmuştur.

Tablo 55. Öğrencilerin Sürtünme Kuvveti, Hava ve Su Direnci Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Sürtünme kuvveti	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö8, Ö10, Ö12, Ö15, Ö17, Ö19, Ö21	11	Ö8: Temas eden yüzeyler arasında gerçekleşir, hareketi zorlaştırır, harekete ters yönde etki eder
	Kısmen belirleme	Ö5, Ö9, Ö11, Ö13, Ö16, Ö22, Ö23	7	Ö11: Temas eden yüzeyler arasındadır, hareket yönünün tersinedir
	Hatalı ifade	Ö18	1	Ö18: Temas eden <i>pürüzlü yerlerde</i> ters giden kuvvettir, zorlaştırır veya engeller
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö7, Ö14	3	-
Hava direnci	Tam belirleme	Ö1, Ö3-Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14-Ö19, Ö21	16	Ö21: Havanın içinde olur, hareketi engelleyicidir, sürtünme kuvvetidir
	Kısmen belirleme	Ö20, Ö22	2	Ö20: Havanın içinde hareket eden cisme etki eder
	Tanımın tekrarı	Ö2, Ö7, Ö10, Ö13, Ö23	5	-
Su direnci	Tam belirleme	Ö1, Ö3, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17-Ö19	11	Ö17: Su içinde hareket eden cisimlerde görülür, hareketi engeller, suyun sürtünmesiyle oluşur
	Kısmen belirleme	Ö4, Ö9, Ö20-Ö23	6	Ö23: Suda hareket eden cisme etki eder, sürtünme kuvvetidir
	Tanımın tekrarı	Ö2, Ö5, Ö7, Ö10, Ö13, Ö16	6	-

Tablo 55 incelendiğinde tüm kavramlar için öğrencilerin çoğunluğunun tam belirleme kategorisinde oldukları görülmektedir. Tanımın tekrarı kategorisinde yer alan öğrencilerin sayısında artış olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma aynı ders içinde öğrencilere birden fazla kavram için özellik belirleme etkinliğinin verilmesinin sebep olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar sürtünme kuvvetinin özellik belirleme etkinliğinin peşinden farklı çalışmalar yapılsa bile öğrenciler aynı gün içinde üç kavramın özelliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Öğrencilerin motivasyonlarının düşmesi sebebiyle etkinlikten sıkılmalarının (Tsay & Kofinas, 2017) boş bırakıp kaçınma davranışında bulunmak yerine tanımın aynısını yazmalarına yol açtığı söylenebilir. Sürtünme kuvveti kavramında bir öğrencinin cevabında, *sürtünme kuvvetinin pürüzlü yüzeyler arasında olduğu şeklinde* hatalı ifade yer almaktadır. Öğrenciler sürtünmeyi düz/pürüzsüz yüzeylerle ilişkilendirme eğilimindedirler (Canlas, 2019; Develi & Namdar, 2019; İpek-Akbulut, 2013). Hatalı ifadeyi yazan öğrencinin de sürtünme kuvvetini yüzeyin pürüzlü olmasıyla ilişkilendirdiği, pürüzsüz yüzeylerde sürtünme

kuvvetinin olmadığı yönünde bir anlamaya sahip olduğu ve bunu etkinliğe taşıdığı çıkarımında bulunulabilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde yürütülen sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisine yönelik ilk etkinliklerde öğrencilere atom ve atomun yapısında yer alan parçacıkların tanımları verilmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 56'da sunulmuştur.

Tablo 56. Öğrencilerin Atomun Yapısı ve Atomun Parçacıklarına Yönelik Kavramların Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Atom	Tam belirleme	Ö2-Ö6, Ö8, Ö10-Ö13, Ö16-Ö22	17	Ö3: Renk, koku gibi özellik bulunmaz, merkezinde çekirdek bulunur, görülemeyecek kadar küçük mikroskopla bile görülmez, doğadaki tüm maddelerde vardır
	Kısmen belirleme	Ö1, Ö9, Ö14, Ö23	4	Ö9: Merkezinde çekirdek bulunur, renk-koku gibi özellikleri yoktur
	Tanımın tekrarı	Ö7	1	-
Çekirdek	Tam belirleme	Ö1-Ö4, Ö6-Ö9, Ö11-Ö13, Ö16-Ö19	15	Ö4: Atomun merkezinde yer alır, proton ve nötron içerir, 10 bin kat daha küçüktür, atomun kütleini oluşturur
	Kısmen belirleme	Ö14, Ö20-Ö23	5	Ö20: Atomun merkezinde yer alır, nötronları içererek atomun kütleini oluşturur, atomdan bin kat daha küçüktür
	Tanımın tekrarı	Ö5, Ö10	2	-
Katman	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4-Ö7, Ö12, Ö16-Ö19, Ö21	12	Ö2: Hacim bölgedir, elektronların döndüğü bölgelerdir, birden fazla katman bulunabilir
	Kısmen belirleme	Ö9, Ö11	2	Ö11: Hacimli bölgedir, dönme hareketi yapılır
	Hatalı ifade	Ö8	1	Ö8: Hacimli bölgedir, <i>elektronların dönmesini sağlar</i>
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö10, Ö13, Ö14, Ö20, Ö22, Ö23	7	-
Proton	Tam belirleme	Ö2-Ö9, Ö11-Ö14, Ö16, Ö18-Ö20	16	Ö18: Atomun çekirdeğinde yer alır, her atomda farklı sayıda bulunur, pozitif yüklü taneciklerdir
	Kısmen belirleme	Ö1, Ö17	2	Ö1: Pozitif yüklü taneciktir, her atomda farklı sayıda olur
	Tanımın tekrarı	Ö10, Ö21-Ö23	4	-
Nötron	Tam belirleme	Ö1-Ö4, Ö6-Ö9, Ö11, Ö12, Ö16-Ö21	16	Ö6: Atomun çekirdeğinde yer alır, yüksüz taneciktir
	Hatalı ifade	Ö13, Ö14	2	Ö14: Atomun çekirdeğinde yer alır, <i>güçsüz taneciklerdir</i>
	Tanımın tekrarı	Ö5, Ö10, Ö22, Ö23	4	-
Elektron	Tam belirleme	Ö4, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö16-Ö20	11	Ö16: Çekirdeğin etrafındaki katmanlarda yer alır, hızlı ve dairesel hareket eder, negatif yüklüdür
	Kısmen belirleme	Ö1, Ö2, Ö6, Ö22, Ö23	5	Ö23: Hızlı ve dairesel hareket eder, negatif yüklüdür
	Hatalı ifade	Ö13	1	Ö13: <i>Atom çekirdeğindedir</i> , hızlı ve daireseldir, negatiftir
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö5, Ö7, Ö10, Ö21	5	-

Tablo 56 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun atomun yapısı ve atomun parçacıklarına yönelik kavramların özelliklerini tam belirledikleri görülmektedir. Her kavramda tanımı tekrar eden öğrenciler bulunmaktadır. Bununla birlikte, katman, nötron ve elektron kavramlarının özellikleri içerisinde öğrencilerin hatalı ifadelerle yer verdikleri belirlenmiştir. Bir öğrenci, katmanın elektronun dönmesini sağlamada etkili olduğunu ifade etmiştir. Elektronun katmanlarda dönmesine yönelik yeterli kavramsal bilgiye sahip olmayan öğrencilerin tanımda yer alan bilgiyi hatalı anlamlandırdığı söylenebilir. Bir öğrenci ise elektronun çekirdekte bulunduğunu belirterek elektronun konumunu

hatalı ifade etmiştir. Elektron kavramının proton ve nötron kavramlarının hemen ardından analiz edilmesi, öğrencinin bu tanımlarından etkilenecek elektronun da çekirdekte yer aldığını düşünmesine yol açmış olabilir. Nötronun yüksüz tanecik olmasını ifade etmek için öğrenciler “güçsüz” kelimesini kullanmışlardır. Öğrenciler bilimsel kavramları zihinlerinde anlamlandırmak için dilini iyi bildikleri bir forma dönüştürmek isterler. Bunu da en kolay olarak günlük kullandıkları dille ilişkilendirerek yaparlar (Ulu & Bayram, 2015). Öğrencilerin yüklü, yüksüz gibi kelimelerin günlük hayattaki karşılıklarına aşina olmaları ve fen dersi içindeki anlamını tam bilmemelerinden kaynaklı olarak yüksüz kavramını bildikleri bir durumla ilişkilendirerek güçsüz ifadesini kullandıkları düşünülmektedir. Bu noktada, kavram tanımlarının öğrencilerin bildiği/tanıdık olduğu ve günlük hayatla hatalı ilişkiler kurmasını önleyecek kelimeler içermesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde yer alan bir sonraki konuda yer alan molekül, element ve bileşik kavramlarının tanımları öğrencilere verilmiştir. Öğrencilerin bu kavramlara yönelik özellik belirleme durumları Tablo 57’de sunulmuştur.

Tablo 57. Öğrencilerin Molekül, Element ve Bileşik Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Molekül	Tam belirleme	Ö1-Ö6, Ö8, Ö12-Ö14, Ö17-Ö20	14	Ö12: En az iki atom bir araya gelir, atom grubudur, aynı veya farklı cins atom içerir
	Kısmen belirleme	Ö9	1	Ö9: En az iki atom, aynı ya da farklı cins
	Tanımın tekrarı	Ö7, Ö10, Ö15, Ö16, Ö21-Ö23	7	-
Element	Tam belirleme	Ö1-Ö9, Ö12-Ö20	18	Ö15: Aynı cins atomlardan oluşur, saf maddelerdir
	Tanımın tekrarı	Ö10, Ö21-Ö23	4	-
Bileşik	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6-Ö9, Ö12, Ö13, Ö15-Ö20	14	Ö1: Saf maddelerdir, farklı cins oluşturur, atomlar bir araya gelir
	Kısmen belirleme	Ö14	1	Ö14: Saf maddelerdir
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö5, Ö10, Ö21-Ö23	6	-

Tablo 57’ye bakıldığında, öğrencilerin büyük kısmının tam belirleme kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu kavramların özelliklerini doğru şekilde belirleyebildiği söylenebilir. Molekül, element ve bileşik kavramlarının belirlenen özellikleri arasında hatalı ifadeye rastlanmamıştır. Bu kavramların tanımları kısa ve öz olup öğrencilerin bilimsel anlamlarını bildikleri kelimeleri içermektedir. Tanıdık kelimelerin anlamayı kolaylaştırdığı düşünüldüğünde (Avcı & Yalçın, 2022), cevaplarda hatalı ifade bulunmamasının öğrencilerin bu kavramları doğru şekilde yapılandığına göstergesi olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, tanımları aynı şekilde yazan öğrenci sayısı azımsanmayacak sayıdadır. Üç kavramın aynı anda öğrencilere sunulmasının ilgilerini düşürdüğüne inanılmaktadır. Öğrencilerin saf maddeler ve karışım kavramlarının özelliklerini belirleme etkinliğinden elde edilen bulgular Tablo 58’de sunulmuştur.

Tablo 58. Öğrencilerin Saf Madde ve Karışım Kavramlarını Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Saf madde	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11-Ö14, Ö17-Ö21	14	Ö14: Aynı cins atom veya moleküllerden oluşur, fiziksel yolla kendisinden başka maddeye ayrılmaz
	Kısmen belirleme	Ö4, Ö9, Ö15, Ö16, Ö22, Ö23	6	Ö4: Atom ve moleküllerden oluşur, kendisinden başka maddelere ayrılmaz
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö7, Ö10	3	-
Karışım	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14-Ö23	18	Ö17: İki den fazla maddeyle oluşur, birleşirken kendi özelliklerini kaybetmezler, rastgele miktarlarda dağılırlar
	Kısmen belirleme	Ö6, Ö9	2	Ö9: Rastgele miktarlarda dağılırlar, iki veya daha fazla maddeden oluşurlar
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö13	2	-

Tablo 58'e öğrencilerin büyük çoğunluğunun saf madde ve karışım kavramlarının özelliklerini tam belirledikleri görülmektedir. Saf maddeler kavramı için kısmen belirleme kategorisinde altı, karışım kavramında ise iki öğrenci yer almaktadır. Bu kavramlar için hatalı ifade içeren özellik belirten öğrenci bulunmamaktadır. Bu kavramlara yönelik etkinlikler ilgili konuların başında yürütülmüştür. Saf madde kavramı için tasarlanan etkinlik atom ve molekül kavramlarının öğretiminden sonra yapılmış olduğundan öğrenciler tanımda yer alan kavramların bilimsel anlamlarını bilmektedirler. Karışım kavramının tanımı ise günlük dilde kullanılan öğrencilerin aşına oldukları ifadeler içerdiğinden, bu durumun öğrencilerin kavramı anlamlandırarak kavramın özelliklerini belirlemelerini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Bu noktada, saf madde ve karışım kavramlarının özelliklerini belirlemek için sunulan tanımların öğrencilerin kullandıkları dil düzeyine uygun olması sebebiyle özellikleri rahatlıkla belirleyebildikleri ve hatalı ifadelerin açığa çıkmadığı söylenebilir.

Heterojen ve homojen karışım kavramlarına ait tanımlardan yola çıkarak belirlenen özelliklerin analizinden elde edilen bulgular Tablo 59'da sunulmuştur.

Tablo 59. Öğrencilerin Heterojen ve Homojen Karışım Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Heterojen karışım	Tam belirleme	Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö16-Ö19	9	Ö8: Her yere eşit dağılmaz, dışarıdan bakıldığında birden fazla madde içerdiği anlaşılır
	Kısmen belirleme	Ö1, Ö2, Ö6, Ö9, Ö12, Ö14, Ö15	7	Ö12: Birden fazla madde içerir, her yere eşit dağılır
	Hatalı ifade	Ö13, Ö20, Ö22, Ö23	4	Ö23: Karışımı oluşturan maddelerin <i>her yere eşit dağılması</i> , birden fazla madde içerdiği fark edilir
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö21	3	-
Homojen karışım	Tam belirleme	Ö1-Ö21	21	Ö4: Her tarafında aynı özelliği gösterir, tek bir madde gibi görünür
	Kısmen belirleme	Ö22, Ö23	2	Ö22: Madde gibi görünür, her tarafında aynı özelliği gösterir

Heterojen karışım kavramı için Tablo 59 incelendiğinde dokuz öğrencinin tam, yedi öğrencinin ise kısmen belirleme kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Dört öğrencinin heterojen karışım kavramı için hatalı ifade içeren özellik yazdığı tespit edilmiştir. Yazılan hatalı ifade öğrencilerin heterojen ve homojen kavramları karıştırdıkları noktalardan birisidir (Çalık & Ayas, 2004; Gökulu, 2017). Kavramların ayrı ayrı verilmesine ve ilk olarak heterojen karışımın tanımı analiz edilmesine rağmen homojen karışıma ait bir özelliğin açığa çıkması şaşırtıcıdır. Sunulan heterojen karışım tanımı alışılmadık kelimeler içermeyip olabildiğince sade bir dille yazılmıştır. Bu noktada hatalı açıklama yapan öğrencilerin okuduklarını anlamamaları sebebiyle kavramı zihinlerinde yapılandıramadıkları (Padilla vd., 1991) ve etkinliği hatalı tamamladıkları söylenebilir. Homojen karışım kavramında ise öğrencilerin büyük kısmı kavramın özelliklerini tam belirlemiştir. Sadece iki öğrenci kısmen belirleme kategorisinde yer almaktadır. Homojen karışım kavramı için yapılan tanım oldukça sade bir yapıda olup yalnızca iki özellik içermektedir. Bu doğrultuda, sunulan tanımın sadeliğinin öğrencilerin anlamalarını olumlu etkileyerek doğru özellikler belirlemelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisine yönelik yürütülen son etkinlikte öğrencilere geri dönüşüm ve yeniden kullanma kavramlarının tanımları verilmiştir. Öğrencilerin belirlediği kavram özelliklerinin analizinden elde edilen bulgular Tablo 60'ta sunulmuştur.

Tablo 60. Öğrencilerin Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma Kavramlarının Özelliklerini Belirleme Durumları

Kavram	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Geri dönüşüm	Tam belirleme	Ö1, Ö2, Ö6, Ö8-Ö11, Ö13-Ö18, Ö20	14	Ö15: Yeniden kullanılması mümkün olan maddelerdir, çeşitli işlemlerden geçirilir, ham madde haline getirilir, üretime kazandırılır
	Kısmen belirleme	Ö4, Ö5, Ö12, Ö21-Ö23	6	Ö5: Ham madde haline getirilir, yeniden kazandırılır
	Tanımın tekrarı	Ö3, Ö7	2	-
Yeniden kullanma	Tam belirleme	Ö3, Ö4, Ö6-Ö8, Ö11, Ö12, Ö16, Ö17, Ö20-Ö22	12	Ö4: Kullanılmayan eşyaları tekrar kullanıma kazandırır, tamir ve temizleme dışında işlem yapılmaz
	Kısmen belirleme	Ö23	1	Ö23: Hiçbir işleme tabi tutulmadan tekrar kullanılması
	Hatalı ifade	Ö1, Ö5, Ö14, Ö15	4	Ö1: Eşyaların tamir etmeden ve temizlemeden tekrar kullanılması
	Tanımın tekrarı	Ö2, Ö10, Ö13, Ö18	4	-

Tablo 60 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun hem geri dönüşüm hem de yeniden kullanma kavramlarının özelliklerini tam şekilde belirledikleri görülmektedir. Geri dönüşüm kavramı için altı öğrenci kısmen belirleme kategorisinde yer alırken yeniden kullanma kavramında bir öğrenci bulunmaktadır. Yeniden kullanma kavramında dört öğrencinin belirlediği özelliklerin hatalı ifadeler içerdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin ifadelerindeki hatalara bakıldığında tanımda

yazanın tersi yönde özellikler belirledikleri görülmüştür. Öğrencilerin tanımda geçen “*kullanmadığınız eşyaların tamir ve temizleme dışında hiçbir işleme tabi tutulmadan*” ifadesini anlamadıkları, bu sebeple hatalı ifade kullandıkları düşünülmektedir. Öğrenciler, bilmedikleri/ kullanmadıkları kelimelerin yer aldığı metinleri anlamakta zorlanmaktadırlar (Avcı & Yalçın, 2022). Yeniden kullanma kavramı geri dönüşüme kıyasla öğrenciler için yeni bir kavramdır. Bu nedenle, bu kavram için ders kitaplarındaki tanımlar incelenirken anlaşılır ifadeleri içeren tanım seçilmeye çalışılmıştır. Pilot uygulamada da öğrencilerin bu kavrama ilişkin hatalı cevaplar vermemeleri seçilen tanımın uygun olduğunu düşündürmektedir. Ancak, tanımda geçen “*tabi tutulmak*” fiilinin karşılığını hatalı cevap veren araştırma grubundaki öğrencilerin yeterli şekilde bilmemelerinin onların okuduklarını anlamamalarına yol açtığı ve etkinliği hatalı şekilde tamamlamalarına sebep olduğu (Padilla vd., 1991) düşünülmektedir.

Sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisi (S14) öğrencinin kavramları anlayabilmesi ve kavramı açık ve net ifadelerle sunabilmesiyle ilişkilidir (Paul vd., 1990). Bu doğrultuda araştırmada yürütülen etkinliklerde kavramların tanımlarının analiz edilerek açık ve net şekilde ifade edilmesi amaçlanmıştır. Bu etkinlikler her konunun önemli kavramları için tasarlanmış olup öğrenciler konuya ilişkin ilk öğrenmelerini kavramın özelliklerini belirlerken elde etmektedirler. Öğrencilerin kavramları analiz edebilme durumlarına bakıldığında hücre (Tablo 50 ve 51), mayoz bölünme (Tablo 52) ve enerji (Tablo 54) kavramları hariç öğrencilerin tam belirleme düzeyinde oldukları tespit edilmiştir. Bu noktada öğrencilerin bu stratejiyi uygulamada yeterli ve kavramları anlamada iyi düzeyde oldukları söylenebilir. Kavramı kritik ederek tam ve doğru şekilde analiz edebilmeleri bu öğrencilerin açık ve bağımsız düşünebildiklerini göstermektedir (Akinoğlu, 2001; Paul vd., 1990). Bu durumla paralel olarak, basit cümle yapısında yazılan (örneğin, çekirdek kavramı), karmaşık ve bilinmeyen ifadeler içermeyen kavramların (örneğin, homojen karışım) özelliklerinin daha kolay ve tam şekilde belirlendiği tespit edilmiştir. Ancak, bazı kavramlarda (örneğin, organizma, mayoz bölünme, nötron, heterojen karışım vb.) öğrencilerin kavramı anlamlandıramadıkları için hatalı özellikler yazdıkları belirlenmiştir. Kavramın tanımını analiz etmeyerek aynısı yazan öğrencilerin her bir kavram için farklı öğrenciler olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, farklı öğrencilerin bu davranışı göstermesinin nedenlerinden birisi verilen tanımları anlamada zorlanmaları olabilir. Yeni bir kavram öğrenilirken, öğrenci bu kavrama ait özellikleri bildiği bir durumla ilişkilendirerek öğrenir (Ulu & Bayram, 2015). Ancak kavrama ilişkin özellikler öğrenci tarafından anlaşılmadığı durumda öğrencinin zihninde kavrama yönelik boşluklar oluşacak, tam öğrenme gerçekleşmeyecektir (Varan & Sulak, 2018). Öğrencilerin okuduklarını anlamamasına sebep olan etkenler arasında kelimeyi tanımama, cümleyi anlamama, metne ilgisizlik yer almaktadır (Hamzadayı & Batmaz, 2022). Bu doğrultuda, bazı öğrencilerin ilgili kavramın özelliklerini tanımın aynısı şeklinde yazmaları, tanımların uzun ve karmaşık gelmesi sebebiyle anlamamış olmalarından veya öğrencilerin tanımlarda geçen kelimelerin bilim dilindeki karşılıklarını bilmemelerinden

kaynaklanmış olabilir. Öğrencilerin kullandıkları kelimelerin yer aldığı basit cümlelerde özellikleri tam ve doğru belirleme sayısının daha fazla olması bu durumla uyum göstermektedir. Okuduğunu anlayan öğrenci kavrama ilişkin öğrenmelerini yapılandırabildiği için özellikleri doğru belirleyebildiği düşünülmektedir. Bu doğrultuda, daha aşına ve tanıdık ifadelerle tanımlarda yer verilmesinin öğrencilerin kavramı anlamlandırmasını sağlayarak analiz edebilmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, bazı kavramlarda (örneğin, molekül, bileşik kavramları vb.) öğrencilerin özellikleri belirlemek yerine verilen tanımın aynısını yazdıkları belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü ünitelerde kazandırılması hedeflenen kazanım sayısının fazla olması (MEB, 2018) etkinliğin neredeyse her ders kullanılmasına yol açmıştır. Diğer stratejilerin aksine, S14 stratejisi için yürütülen etkinlikler uygulama sürecinde aynı formatta kullanılmıştır. Bu noktada, farklı kavramlar olsa dahi sürekli aynı etkinliğin yapılması yenilik etkisinin kaybolmasına ve öğrencilerin katılım davranışının düşmesine neden olmaktadır (Tsay & Kofinas, 2017). Öğrenciler için yeni olmayan bir durum artık ilgilerini çekmeyerek tanımları analiz etmeye dikkatlerini vermemelerine ve kavramları anlamamalarına yol açacaktır (Hamzadayı & Batmaz, 2022). Yürütülen pilot uygulamalarda da bu etkinlik için tasarlanan etkinlikler değiştirilmeden kullanılmış olup tekrarlayan tanımına rastlanmamıştır. Bu sebeple asıl uygulamada bu stratejiye yönelik etkinliklerde değişiklik yapılma ihtiyacı duyulmamıştır. Bu noktada, çalışmaya katılan öğrencilerin her ne kadar ilgileri azalsa dahi etkinlikleri boş bırakmak yerine tamamlama çabalarının yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca, konunun birden fazla kavram içerdiği durumlarda öğrencilere bu kavramlar aynı kağıt üzerinde sunulmuştur (örneğin, atom, çekirdek, katman, proton, nötron, elektron). Her kavrama ilişkin öğrencilerin yaptığı analizler hakkında konuşularak verilen diğer kavrama geçilmiştir. Ancak, kavramlar arasında bu tür konuşmalar yapılmasına rağmen bazı öğrencilerin bir önceki kavramın özelliklerini diğer kavrama aktardığı belirlenmiştir (örneğin, Tablo 56 elektron kavramı). Bu noktada, öğrencilere birden fazla kavram analiz edilmek için sunulduğunda düşünce süreçlerini organize edememeleri sebebiyle kavramları analiz etmede zorlandıkları ve özellikleri birbirlerine aktardıkları söylenebilir.

4. 3. 4. Öğrencilerin Değerlendirme İçin Ölçüt Geliştirme Stratejisini (S15) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Değerlendirme için ölçüt geliştirme stratejisine yönelik yürütülen etkinlikler öğrencilerin benzerlik ve farklılıkları karşılaştırırken, ilgili olmayan olgulardan ilgili olan olguları seçerken hangi kriterleri kullandıklarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Öğrencilere iki ya da daha fazla kavram verilerek hangi kriterleri göz önünde bulundurarak kavram hakkında karar verdiklerini ifade etmeleri istenmiştir. Değerlendirme için ölçüt geliştirme stratejisine yönelik etkinlikler Kuvvet ve Enerji ünitesiyle başlamıştır. Ünitenin ilk kavramlarından olan kütle ve ağırlık kavramlarının beş farklı karşılaştırmalı özelliğinin yer aldığı bilgi kartları öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrencilerden her bir

özelliğin hangi ölçüte göre karşılaştırıldığını belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 61’de sunulmuştur.

Tablo 61. Öğrencilerin Kütle ve Ağırlık Kavramlarının Karşılaştırılmasında Kullanılan Ölçütleri Belirleme Durumları

Ölçüt	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Tanım	Doğru ölçüt	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10-Ö12, Ö14, Ö15, Ö17-Ö20	14	Ö1: Tanım
	Hatalı ölçüt	Ö5, Ö6, Ö13, Ö16, Ö23	5	Ö5, Ö13: Kuvvet Ö6, Ö23: Miktar Ö16: Görev
	Tanımın tekrarı	Ö22	1	-
Ölçme aracı	Doğru ölçüt	Ö4-Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16-Ö20	13	Ö4: Ölçme aracı
	Hatalı ölçüt	Ö1, Ö2, Ö12, Ö13, Ö15	5	Ö1, Ö2, Ö12, Ö15: Ölçü Ö13: Tartma
	Tanımın tekrarı	Ö22	1	-
	Boş	Ö23	1	-
Gösterim	Doğru ölçüt	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6-Ö8, Ö10-Ö12, Ö14-Ö20, Ö22	17	Ö8: Gösterim
	Hatalı ölçüt	Ö5, Ö13	2	Ö5, Ö13: Ağırlık
	Boş	Ö23	1	-
Değişkenlik	Doğru ölçüt	Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö15-Ö20	12	Ö7: Nasıl değişir
	Hatalı ölçüt	Ö1, Ö2, Ö6, Ö12, Ö14, Ö23	6	Ö1, Ö6, Ö14, Ö23: Yer Ö2, Ö12: Özellik
	Boş	Ö5, Ö13	2	
Birim	Doğru ölçüt	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10-Ö12, Ö14-Ö20, Ö22	17	Ö20: Birim
	Hatalı ölçüt	Ö6, Ö13, Ö23	3	Ö6, Ö23: Ağırlık Ö13: kg

Kütle ve ağırlık kavramlarına ait beş özelliğin karşılıklı olarak yer aldığı bilgi kartları verilen öğrencilerin, bu kavramları karşılaştırma kriterlerini belirleme durumları incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğru ölçüt belirlediği Tablo 61’de görülmektedir. Pilot uygulamada bu konuya yönelik yürütülen etkinlikte öğrenciler konuyu öğrendikten sonra hem karşılaştırma maddelerini hem de karşılaştırma ölçütünü kendileri belirlemeye çalışmışlardır. Ancak, aynı anda iki farklı stratejiyi işe koşmak zorunda kalmaları öğrencilerin etkinliği tamamlayamamalarına sebep olmuştur. Bu sebeple öğrencilere ağırlık ve kütle kavramlarının karşılaştırılan özellikleri verilerek sadece ölçütleri belirlemeleri istenmiştir. Bu noktada, kavramların özelliklerinin karşılıklı yer almasının öğrencilere karşılaştırma kriterlerini belirlemede yardımcı olduğu düşünülmektedir. Böylece, karşılaştırmalı bilgi kartları sayesinde öğrencilerin doğru karşılaştırmalara maruz kalmalarının doğru kriterler belirlemelerini sağladığı yorumu yapılabilir. Beşer öğrenci tanım ve ölçme aracı, iki öğrenci gösterim, altı öğrenci değişkenlik ve üç öğrenci de birim ölçütlerini hatalı belirlemişlerdir. Hatalı ölçüt olarak yazılan ifadelerin çoğunlukla verilen özelliklerin içinde geçen kelimeler ya da kavramların kendisi olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kütle için “*değişmeyen madde miktarı*”, ağırlık için “*maddeye etki eden yer çekimi kuvveti*” tanımları verilmiştir. Hatalı ölçüt olarak ifade edilen kuvvet ve miktar kelimelerinin tanımlardan birinin içinde

yer aldığı görülmektedir. Ölçüt belirleme, ölçüte göre değerlendirme yapma becerisinden daha alt düzey bir beceri olup öğrenciler genellikle başarılı şekilde ölçütleri belirleyebilmektedirler. Ancak bunu gerçekleştirebilmek için fark edebilmeleri gerekmektedir (Turan, 2021). Yürütülen etkinlikte doğru ölçütleri belirleyemeyen öğrencilerin karşılaştırmaları fark edememeleri ve özellikleri bağımsız düşünmeleri sebebiyle ölçütleri belirleyemedikleri söylenebilir.

Bu stratejiye yönelik yürütülen diğer etkinlik kinetik enerjinin bağlı olduğu değişkenlerin belirlenmesi üzerine yapılandırılmıştır. Kütle ve hız değişkenlerine ilişkin öğrencilere karşılaştırma içeren iki durum verilmiştir. İlk durumda aynı hızdaki tır ve otomobil, ikinci durumda farklı hızlardaki özdeş otomobiller yer almakta ve durumların bağımsız düşünülerek araçların trafik direğine çarpmaları durumunda oluşan etkinin nelere bağlı değiştiğinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 62’de yer almaktadır.

Tablo 62. Öğrencilerin Kinetik Enerjinin Ölçütlerini Belirleme Durumları

Ölçüt	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Kütle	Doğru ölçüt	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12-Ö14, Ö16-Ö21	14	Ö1: Kütle
	Hatalı ölçüt	Ö3, Ö5, Ö9, Ö11, Ö22, Ö23	6	Ö3, Ö9: Ağırlık Ö5, Ö11: Kütle/ağırlık Ö22, Ö23: Hız
	İlişkisiz	Ö6, Ö15	2	Ö6, Ö15: Ağırlık dinamometre ile ölçülür
	Boş	Ö10	1	-
Hız	Doğru ölçüt	Ö1-Ö9, Ö11-Ö21	21	Ö1: Hız
	Boş	Ö22, Ö23	2	-

Tablo 62 kütle değişkeni açısından incelendiğinde öğrencilerin büyük kısmının, hız değişkeni açısından incelendiğinde ise yanıt veren öğrencilerin tamamının ölçütü doğru belirlediği belirlenmiştir. Ölçütlere yönelik gerçekleştirilen sınıf konuşmalarında hız değişkeni için bir öğrenci “*yürüyen ve koşan öğrencilerin kinetik enerjilerinin birbirinden farklı*” olduğunu ifade etmiştir. Bu noktada, bu öğrencinin belirlediği ölçütü kullanarak örnek sunabildiği gözlenmiştir. Bununla beraber, kütle değişkeni için altı öğrencinin ise hatalı ölçüt belirledikleri tablodan görülmektedir. Bu noktada, öğrencilere sunulan durumların bağlamı açıklamada yeterli ve kinetik enerjinin bağlı olduğu değişkenlerin belirlenmesini sağlamada etkili olduğu söylenebilir. İfade edilen hatalı ölçütlere bakıldığında öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarını karıştırdığı görülmektedir. Kütle ve ağırlık kavramlarının birbirlerinin yerine kullanılması yaygın karşılaşılan alternatif kavramalardan biridir (Cerrah-Özsevgeç vd., 2019; Duman & Avcı, 2014; Rosli & Nasir, 2017; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Bu kavramların gündelik yaşantıdaki kullanımlarının hatalı olması sebebiyle öğrencilerin zihinlerinde hatalı şekilde yapılandırıldığı (Bolat & Karamustafaoğlu, 2020; Yağbasan & Gülçiçek, 2003) ve ölçüt geliştirme stratejisini kullanırken cevaplarına bu yanılgılarını yansıttıkları söylenebilir.

Potansiyel enerjinin bağı olduğu değişkenlerin belirlenmesine yönelik yürütülen etkinliklerde öğrencilere karşılaştırma içeren üç durum verilmiştir. İlk durumda tenis topu ve futbol topunun aynı yükseklikten, ikinci durumda ise özdeş iki tenis topunun farklı yüksekliklerden yere bırakılması sonucu oluşan etkinin nelere bağı değiştiğinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Üçüncü durumda ise farklı miktarlarda sıkıştırılan yayın önünde yer alan toplardan hangisinin daha uzağa gittiğinin bağı olduğu ölçütün belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 63'te sunulmuştur.

Tablo 63. Öğrencilerin Potansiyel Enerjinin Ölçütlerini Belirleme Durumları

Ölçüt	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Kütle	Doğru ölçüt	Ö1-Ö9, Ö11-Ö20	19	Ö1: Kütle
	Hatalı ölçüt	Ö10, Ö21	2	Ö10: Cisimlerin durumu Ö21: Ağırlık
	Boş	Ö22, Ö23	2	-
Yükseklik	Doğru ölçüt	Ö2-Ö9, Ö11-Ö21	19	Ö2: Yükseklik
	Hatalı ölçüt	Ö1, Ö10	2	Ö1: Hız Ö10: Kütle
	Boş	Ö22, Ö23	2	-
Sıkıştırma miktarı	Doğru ölçüt	Ö2, Ö4-Ö9, Ö11, Ö12, Ö14-Ö21	17	Ö2: Sıkıştırma Ö8: Sıkıştırma miktarı
	Hatalı ölçüt	Ö1, Ö3, Ö10	3	Ö1, Ö3: Enerji Ö10: Sabit kalma
	Boş	Ö13, Ö22, Ö23	3	-

Tablo 63 incelendiğinde, öğrencilerin potansiyel enerjinin bağı olduğu ölçütleri doğru şekilde belirledikleri görülmektedir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun ölçütleri doğru tespit edebilmeleri sunulan bağlamların yeterli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin kütle için cisimlerin durumu, ağırlık; yükseklik için hız, kütle; sıkıştırma miktarı için ise enerji, sabit kalma şeklinde hatalı ölçütler belirledikleri tespit edilmiştir. Kütle ve ağırlık kavramları sıklıkla karşılaştırılan kavramlar olmakla (Cerrah-Özsevgeç vd., 2019; Rosli & Nasir, 2017) birlikte, cisimlerin durumu diyen öğrencinin potansiyel enerjinin tanımından etkilendiği düşünülmektedir. Öğrencilerin ölçütleri belirlerken düşünce süreçlerinde durumları bildikleri/alışkın oldukları kelimelerle açıklamaya (Ulu & Bayram, 2015) çalıştıkları düşünülmektedir. Ağırlık ve kütle kavramlarını günlük yaşantıda birbirlerinin yerine kullanmaları öğrencilerin durumun ölçütünü belirlerken daha sık kullandıkları kavramın ifade edilmesine yol açtığı ve bu kavramlara yönelik alternatif kavramalarının güçlü olması sebebiyle değiştirilemediği söylenebilir (Adadan, 2014; Çavdar vd., 2017; Okumuş & Doymuş, 2018; Özmen, 2011). Araştırmada bu konunun öğretime yönelik yapılan etkinliklerden, o etkinlik özelinde etkili sonuçlar alınsa (örneğin Tablo 61) bile öğrencilerin bunu devam eden süreçlere yansıtamadıkları şeklinde yorumlanabilir. Yükseklik yerine hız kavramını ölçüt olarak ifade eden öğrencinin topun farklı yüksekliklerde düşerken hızlanmasını göz önünde bulundurduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, kütle kavramını hız değişkeni yerine

kullanan öğrencinin düşen cisimlerin kütesinin, hıza etkisi olduğu düşüncesine sahip olduğu (Aslan & Büyük, 2020) ve bu düşüncenin ölçütü doğru belirlemede etkisi olduğu görülmektedir.

Heterojen ve homojen karışımlar konusuna geçmeden öğrencilerin karışım ve saf madde örneklerini nasıl ayırt ettiklerini belirlemek amacıyla öğrencilere çeşitli örnekler karışık şekilde verilmiştir. Öğrenciler bu etkinliği yaparken hem saf madde hem de karışım kavramlarını bilmektedirler. Öğrencilerden verilen örnekleri inceleyerek karışım mı, saf madde mi olduğuna karar vermeleri ve hangi ölçütü kullanarak karar verdiklerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 64’te yer almaktadır.



Tablo 64. Öğrencilerin Maddelerin Türlerine Karar Verme Durumları

Karışım	Örnek		Hava		Kolonya		Gazoz		Sirke			
	Ölçüt	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f		
	Doğru ölçüt	Birden fazla maddeden oluşur/oluşturan maddelerin özelliklerini taşır	Ö3, Ö4, Ö7-Ö9, Ö12-Ö14, Ö16-Ö20	13	Ö3-Ö5, Ö7-Ö9, Ö11-Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	17	Ö3-Ö9, Ö11-Ö20, Ö22, Ö23	19	Ö3-Ö5, Ö7-Ö9, Ö11-Ö16, Ö18-Ö20	15		
	Kısmen doğru ölçüt	İki madde karışmış	Ö1, Ö2	2	Ö1, Ö2, Ö6, Ö21	4	Ö1, Ö2	2	Ö1, Ö2, Ö17	3		
	Boş	-	Ö5, Ö6, Ö21-Ö23	5	Ö19	1	Ö21	1	Ö6, Ö21-Ö23	4		
	Hatalı cevap	Karışım değil	Ö11, Ö15	2	-	-	-	-	-	-		
	Örnek		Kahve		Salata		Toprak					
	Ölçüt	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f				
	Doğru ölçüt	Birden fazla maddeden oluşur/oluşturan maddelerin özelliklerini taşır	Ö3-Ö5, Ö7, Ö8, Ö11-Ö20, Ö22, Ö23	17	Ö3-Ö5, Ö7, Ö8, Ö11-Ö20	15	Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö11-Ö14, Ö16-Ö20	13				
	Kısmen doğru ölçüt	İki madde karışmış	Ö1, Ö2, Ö21	3	Ö1, Ö2	2	Ö1, Ö2, Ö9, Ö22, Ö23	5				
Hatalı ölçüt	Tek madde			Ö22, Ö23	2	-	-					
Boş	-	Ö6	1	Ö6, Ö9, Ö21	3	Ö5, Ö6, Ö21	3					
Hatalı cevap	Karışım değil	Ö9	1	-	-	Ö15	1					
Saf madde	Örnek		Altın		Alüminyum		Su		Etil alkol		Neon	
	Ölçüt	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f
	Doğru ölçüt	Saf madde / element / bileşik	Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23	8	Ö4, Ö6, Ö7, Ö12, Ö15-Ö17, Ö21	8	Ö3-Ö9, Ö11-Ö14, Ö16-Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	17	Ö4, Ö7, Ö9, Ö12, Ö16, Ö17	6	Ö4, Ö7, Ö11, Ö12, Ö16-Ö18	7
	Kısmen doğru ölçüt	Tek bir madde gibi görünür / özelliklerini taşımaz	Ö1-Ö3, Ö5, Ö8, Ö11-Ö13, Ö20	9	Ö1-Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö19, Ö20	10	Ö1, Ö2	2	Ö1, Ö2, Ö13, Ö20	4	Ö1-Ö3, Ö5, Ö8, Ö13, Ö20	7
	Hatalı ölçüt	Tek elementten oluşur	Ö14, Ö15, Ö18, Ö19	4	Ö14, Ö18	2	Ö15, Ö19	2	Ö3, Ö5, Ö8, Ö11, Ö14, Ö15, Ö18, Ö19	8	Ö14, Ö15, Ö19	3
	Boş	-	Ö21	1	Ö22, Ö23	2	Ö21	1	Ö21-Ö23	3	Ö9, Ö21-Ö23	4
	Hatalı cevap	Karışım	-	-					Ö6	1	Ö6	1

Karışımlar açısından Tablo 64 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun karışımları doğru şekilde belirledikleri görülmektedir. Ölçütleri belirtme durumlarına bakıldığında ise öğrencilerin karışımlar için doğru ölçütler geliştirdikleri ve salata örneği hariç hatalı ölçüt belirtmedikleri görülmektedir. Karışım kavramının tanımına ait özellikler belirlendikten sonra yürütülen sınıf tartışmalarında öğrencilerin zihinlerinde yapılandırmalarını kolaylaştırmak amacıyla karışımın saf maddeden ayrılan yönleri üzerinde durulmuştur. Farklılıkların ifade edilmesi öğrencilerin kavrama ait özellikleri sınıflandırmasını ve karşılaştırmasını kolaylaştırmaktadır (Tan & Temiz, 2003). Bu noktada, hatalı ölçüt belirten öğrenci sayısının az olmasında saf madde ve karışımların farklılaşan yönlerinin ifade edilmesinin etkili olduğu söylenebilir. Tablo 64’te hava, toprak ve kahve örneklerini karışım olarak nitelendirmeyen öğrenciler yer almaktadır. Havanın bir element olarak algılanma eğiliminin olması (Ceylan, 2015; Sökmen & Bayram, 2022) ve tek bir madde gibi görünmesi öğrencilerin de benzer şekilde düşünerek ve havanın bir karışım olmadığı düşüncesine sahip olmalarının sebebi olabilir. Toprak ve kahve örneklerinin karışım olarak kavranmasında öğrencilerin zorlandığı sınıf gözlemlerinde de göze çarpmıştır. Öğrencilere sunulan saf madde örneklerine yönelik ölçüt geliştirme durumlarına bakıldığında ise su örneği hariç diğer örneklerde doğru ve kısmen doğru ölçütlerinde yakın sayıda öğrencinin yer aldığı belirlenmiştir. Su örneğinde ise öğrencilerin büyük çoğunluğu su için bileşik yazabilmiştir. Bir öğrenci, etil alkol ve neon örneklerini karışım olarak nitelendirmiştir. Elementler ve bileşikler konularına yönelik birden fazla etkinlik (örneğin, bilgi kartları, element tişörtleri, element ve bileşik tombalası, ortak kullanım alanlarını belirleme) yürütülmesine rağmen öğrenci bu örneklerin saf madde olduğunu belirleyememiştir. Öğrencinin diğer örnekleri (altın, alüminyum ve su) doğru şekilde ve doğru ölçütler kullanarak belirlemesi, neon ve etil alkol özelinde problem yaşadığını düşündürmektedir. Bununla birlikte örneklerin tamamına ilişkin hatalı ölçüt ifade eden öğrenci de bulunmaktadır. Öğrencilerin, bu örnekleri saf madde olarak adlandırsa bile bunların tek elementten oluştuğu ölçütünü belirttikleri görülmüştür. Saf maddelerin özellikleri ifade edilirken aynı tür taneciklerden oluştuğu ve içinde başka maddelerin yer almadığı belirtilmiştir. Bu noktada öğrencilerin tanecik kavramından element kavramına hatalı bir aktarım yaptığı düşünülmektedir. Saf maddelerin tek çeşit atom içerdiği düşüncesi bilinen alternatif kavramalardan birisidir (Sarı & Bayram, 2018). Bu doğrultuda, bu öğrenciler doğru sonuçlara ulaşırsalar bile sonuca ulaşma süreçlerine yanılgılarının sebep olduğu ve elementler ve bileşikler konusunda eksik anlamalarının olduğu söylenebilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde değerlendirme için ölçüt geliştirme stratejisine yönelik tasarlanan bir sonraki etkinlik karışımları ayırma yöntemleri konusunda yürütülmüştür. Öğrenciler ayırma yöntemlerinin yer aldığı bilgi kartlarını tek başlarına inceleyerek her yöntem için birer örnek yazdıktan sonra sıra arkadaşlarıyla ayırma yöntemleri ve örnekleri üzerine konuşmuşlardır. Daha sonra sınıf konuşmalarında her öğrenci bir ayırma yöntemi anlatıp örneklerini belirtmiş, diğerleri de örneğin doğruluğu değerlendirmişlerdir. Bu etkinliğe geçilerek ayırma

yöntemlerini karışımdaki maddelerin hangi özelliklerinden yararlanarak kullanıldığını belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin ifade ettikleri ölçütlerden elde edilen bulgular Tablo 65'te sunulmuştur.

Tablo 65. Öğrencilerin Ayırma Yöntemlerine Karar Vermede Kullandıkları Ölçütler

Yöntemler	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Mıknatıs	Doğru ölçüt	Ö1-Ö15, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21	19	Ö4: Nikel, kobalt, demir gibi maddelerin çekebilme özelliği
	Kısmen doğru ölçüt	Ö16, Ö22, Ö23	3	Ö16: Mıknatıs demirleri çeker
Eleme	Doğru ölçüt	Ö1-Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10-Ö12, Ö17, Ö20	11	Ö6: Farklı büyüklükteki maddeler
	Kısmen doğru ölçüt	Ö13-Ö15, Ö19	4	Ö13: Küçük parçaların delikten geçmesi
	Hatalı ölçüt	Ö4, Ö7, Ö16, Ö21	4	Ö21: Süzdürme özelliği
	Boş	Ö9, Ö22, Ö23	3	-
	Doğru ölçüt	Ö1-Ö17, Ö19, Ö20	19	Ö1: Kaynama noktası farkı
Damıtma	Boş	Ö21-Ö23	3	-
	Doğru ölçüt	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17, Ö19, Ö20	12	Ö9: Yoğunluk farkı
Yoğunluk farkı (Katı-katı maddeler)	Kısmen doğru ölçüt	Ö13, Ö16, Ö21	3	Ö16: Maddelerin sıvıda batması ve yüzmesi
	Hatalı ölçüt	Ö3, Ö5	2	Ö5: Süzme
	Boş	Ö8, Ö10, Ö11, Ö22, Ö23	5	-
	Doğru ölçüt	Ö2-Ö15, Ö19, Ö20	16	Ö20: Yoğunluk farkı
Yoğunluk farkı (Sıvı-sıvı maddeler)	Kısmen doğru ölçüt	Ö1, Ö16, Ö17	3	Ö17: Yoğunluğu çok olan ayrıştır
	Boş	Ö21-Ö23	3	-

Tablo 65 incelendiğinde, öğrencilerin büyük kısmının karışımları ayırma yöntemleri için doğru ölçüt belirleyebildikleri görülmektedir. Öğrenciler karışımların ayrılması konusunda yaptıkları düşün-eşleş-paylaş etkinliğinde birbirlerinin örneklerini zihinlerinde belirledikleri ölçütler doğrultusunda değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeler sayesinde öğrencilerin hem aktif düşünme sürecine girerek her bir ayırma yöntemine yönelik bilgilerini yapılandırdıkları (Kaddoura, 2013; Sampsel, 2013; Syafii, 2018) hem de birden fazla örneğin doğruluğunu değerlendirirken kullandıkları ölçütlerle düşünme rutini oluşturdıkları (Tajudin vd., 2019) söylenebilir. Damıtma, yoğunluk farkı (sıvı-sıvı) ve mıknatısla ayırma yöntemlerinde hatalı ölçüt geliştiren öğrenci bulunmamaktadır. Bununla birlikte eleme ve yoğunluk farkı (katı-katı) ayırma yöntemlerinde hatalı ölçüt belirten öğrenciler yer almaktadır. Her iki yöntem öğrenciler tarafından süzme olarak ifade edilmiştir. Süzme ile ayırma, yedinci sınıf öğretim programında karışımları ayırma yöntemleri içerisinde yer almamakla birlikte katı-katı karışımları yoğunluk farkından yararlanılarak ayırmak istendiğinde suyun üzerindeki katı maddeler alındıktan sonra dipteki katının süzme ile ayrılacağı belirtilmiştir. Bu noktada, öğrencilerin öğrendiklerini ayırmada sorun yaşadıkları söylenebilir.

Karışımların ayrılması konusunda yürütülen son etkinlik değerlendirme etkinliği olarak planlanmıştır. Geleneksel yöntemlerden olan rüzgârda savurma yöntemini içeren bir örnek öğrencilere sunulmuştur. Örnekte, buğdayın sapının ve tanelerinin birbirinden ayrılmasında rüzgârda savurma yönteminin kullanıldığı belirtilmiştir. Öğrencilerden rüzgârda savurma yönteminde

maddelerin hangi özelliğinden yararlanıldığını belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 66’da sunulmuştur.

Tablo 66. Öğrencilerin Buğdayın Ayrılmasında Kullanılan Geleneksel Yöntemin Ölçütlerini Belirleme Durumları

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru ölçüt	Ö6, Ö10	2	Ö6: Yoğunluk farkı
Kısmen doğru ölçüt	Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11-Ö22	16	Ö2: Hafif olanlar uçar, ağır olanlar kalır
Hatalı ölçüt	Ö1	1	Ö1: Katı olması
Boş	Ö4	1	-

Öğrencilerin sunulan durumdaki ölçütleri belirlemeleri amacıyla yöneltilen sorudan elde edilen cevapların yer aldığı Tablo 66’ya bakıldığında buğday taneleri ile sapının birbirinden ayrılmasında öğrencilerin yoğunluğa yaklaştıkları ancak yoğunluk ifadesini kullanamadığı görülmektedir. Sadece iki öğrenci doğrudan yoğunlukların farklı ifadesini kullanırken bir öğrenci hatalı ölçüt belirtmiştir. Karışımların ayrılması konusunda kullanılan düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri öğrencilerin iş birliği içinde öğrenmelerini ve kavramsal anlamalarını desteklemektedir (Okumuş & Doymuş, 2017, 2018). Ancak öğrencilerin ölçütleri ifade ederken bilim dilinden uzaklaşıp daha günlük bir dil tercih ettikleri (Ulu & Bayram, 2015) görülmektedir. Konunun öğretimi sırasında öğrenciler bilim dilini kullansalar da zaman geçtiğinde yaşantılardan alışkın oldukları kelimelerle açıklamalar sunma eğiliminde olabilirler. Bu noktada, öğrencilerin yaşantılarından getirdikleri ön anlamalarının düşün-eşleş-paylaş etkinliğiyle yeterince giderilemediği söylenebilir.

Değerlendirme için ölçüt belirleme stratejisi (S15) öğrencilerin bir duruma karar verirken değerlendirme kriterleri belirleyerek kullanmasıyla ve kararını bu kriterlere dayandırarak açıklayabilmesiyle ilişkilidir (Paul vd., 1990). Eleştirel düşünenler verdikleri kararların hangi ölçütlere dayandığını açık şekilde ifade edebilirler. Öğrencilerin ölçüt belirleme durumlarına bakıldığında çoğunlukla karar verme süreçlerinde doğru ölçütler kullandıkları belirlenmiştir. Çalışmadaki etkinliklerin birçoğu karşılaştırmalı durum üzerinden düşün-eşleş-paylaş tekniğinin kullanılmasıyla yürütülmüştür. Etkinliklerde öğrenciler yöneltilen soru üzerine önce kendi düşünüp cevapladıktan sonra sıra arkadaşlarıyla eşleşerek cevaplarını paylaşmışlar, sonra da arkadaşlarının cevaplarını dinledikten sonra karşılıklı değerlendirmelerini ifade etmişlerdir (Syafii, 2018). Öğrencilere, arkadaşlarının cevaplarına yönelik değerlendirmelerini yaparken onların düşüncelerine neden katılıp katılmadıklarını kullandıkları kriterleri içerecek şekilde mutlaka açıklamaları telkin edilmiştir. Bu doğrultuda, düşün-eşleş-paylaş tekniğinin paylaş aşaması öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini belirledikleri ölçütler doğrultusunda sorguladıkları en önemli aşamadır (Kaddoura, 2013; Sampsel, 2013). Sorgulamanın iyi olabilmesi için ilgili konuya yönelik içerik bilgisinin temel düzeyde olması gerekir (Gök, 2018). Öğrencilerin konuya ilişkin öğrenmeleri yeterli ise

geliştirdikleri ölçütler de doğru olacaktır. Bu noktada, etkinliklerde karşılaştırmalı sunulan durumların/bilgilerin öğrencilerin hem öğrenmelerine hem de ölçüt geliştirmelerine yardımcı olduğu görülmüştür. Öğrenciler karşılaştırmalı durumları sorgulayıp farklılığı ayırt edebildiğinde neye dikkat etmesi gerektiğini anlayarak öğrenmeye başlar (Turan, 2021). Bu doğrultuda, karşılaştırmalı durumları içeren düşün-eşleş-paylaş tekniğinin öğrencilerin ölçüt geliştirme becerilerinin gelişimine olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte, öğrenciler bazı konularda kısmen doğru ölçütler (örneğin Tablo 66), bazılarında da hatalı ölçütler (örneğin Tablo 62) geliştirmişlerdir. Ölçüt geliştirebilmek için öğrencilerin değerlendirecekleri durumla ilgili detaylı düşünebilmeleri ve kavramsal anlamalarının yeterli düzeyde olması gereklidir (Paul vd., 1990). Öğrencilerin öğrenmelerinde eksiklikler ya da yanlışlar varsa düşün-eşleş-paylaşın düşün aşamasında üretilen cevaplar da bu öğrenmeler çerçevesinde olacaktır (Kaddoura, 2013). Dolayısıyla, düşün aşamasında eksik ya da hatalı üretilen fikirler paylaş aşamasına da benzer şekilde aktarılacaktır. Karşıdaki öğrenci yaptığı değerlendirmelerde hatalı durumları ifade etse bile öğrenci bağımsız düşünemiyorsa fikirlerini değiştirmeyecektir (Akınoğlu, 2001; Paul vd., 1990). Bu noktada, öğrencilerin eksik ve hatalı öğrenmelerinin kavramsal anlamalarını etkilemesi sebebiyle ölçüt geliştirme düzeyini etkilediği söylenebilir.

4. 3. 5. Öğrencilerin Bilgi Kaynaklarının Güvenirliğini Değerlendirme Stratejisini (S16) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Bilgi kaynaklarının güvenirliliğini değerlendirme stratejisine yönelik etkinlikler, öğrencilerin onlara sunulan örneklerdeki görüşleri ya da arkadaşlarının görüşlerini değerlendirmesi üzerine yapılandırılmıştır. Bu stratejiye yönelik yazılı etkinlikler sınırlı sayıda olup ders içinde anlık olarak öğretmenin sorularıyla sürdürülmüştür. Bilgi kaynaklarının değerlendirilmesine yönelik ilk etkinlikte bilim insanlarının öne sürdüğü atom modellerinin yer aldığı bilgi kartları öğrencilere sunulmuştur. Öğrenciler kartlarla sıra arkadaşlarıyla çalışarak modelleri kronolojik olarak sıralamışlar, daha sonra modelleri sunan bilim insanlarını canlandırmışlardır. Öğrencilerden kendisinden önceki bilim insanının görüşünde yaptığı değişikliği ifade etmeleri ancak sınıftan herhangi bir yorum yapmamaları istenmiştir. Bilgi kartları ve rol oynama etkinliğinden sonra öğrencilerin soruya verdikleri cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 67’de yer almaktadır.

Tablo 67. Öğrencilerin Atom Modellerindeki Bilgi Değişimine Belirleme Durumları

Model	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Dalton	Doğru ifade	Ö1-Ö3, Ö5, Ö7-Ö10, Ö12-Ö19, Ö22	17	Ö7: ...Dalton her maddenin atomlarının farklı olduğunu söylemiştir
	İfade etmeme	Ö23	1	-

Tablo 67'nin devamı

Model	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Thomson	Doğru ifade	Ö2, Ö5, Ö7-Ö10, Ö12-Ö14, Ö16-Ö19, Ö22, Ö23	15	Ö17: Dalton'a göre atom bölünemezdi ama Thomson atomun bölünebileceğini söyledi
	Kısmen doğru ifade	Ö1, Ö15	2	Ö15: Dalton bölünemez dedi ama Thomson modeli değiştirdi
	İfade etmeme	Ö3	1	-
Rutherford	Doğru ifade	Ö2, Ö8, Ö10, Ö12, Ö14-Ö17, Ö19	9	Ö2: Elektronların atomun içine dağılmadığını, çekirdeğin etrafında döndüğünü ileri sürmüştür
	Hatalı ifade	Ö1	1	Ö1: Çekirdekte proton ve nötronun olduğunu söylemiş
	İfade etmeme	Ö3, Ö5, Ö7, Ö9, Ö13, Ö18, Ö22	7	-
	Boş	Ö23	1	-
Bohr	Doğru ifade	Ö1-Ö3, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö16, Ö17, Ö19, Ö22	11	Ö22: Elektronların rastgele dolaşmadığını çekirdeğe belirli mesafe olduğunu
	Hatalı ifade	Ö13, Ö14	2	Ö14: Bohr elektronların rastgele döndüğünü söylemiş, Rutherford yörüngelerde döndüğünü
	İfade etmeme	Ö9, Ö15, Ö18	3	-
	Boş	Ö5, Ö23	2	-
Modern atom teorisi	İfade etmeme	Ö1- Ö3, Ö7-Ö9, Ö12-Ö19, Ö22	15	-
	Boş	Ö5, Ö10, Ö23	3	-

Tablo 67 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun Dalton, Thomson, Bohr ve Rutherford atom modellerinin bir önceki modelde yer alan hangi bilginin değiştiğini doğru ifade ettikleri görülmektedir. Bununla beraber, Modern atom teorisinin, Bohr atom modelinin öne sürdüğü hangi fikri değiştirdiği öğrencilerin tamamı tarafından belirlenememiştir. Pilot çalışmada bu konuyla ilgili yürütülen etkinlikte de öğrencilerin değişen görüşleri belirlemede zorlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilere bilgi kartları dağıtıldıktan sonra modern atom teorisine kadar değişen bilgileri sıralamaları istenmiştir. Ancak öğrencilerin birer cümle yazıp devam etmedikleri görülünce etkinlikte değişiklik yapılmıştır. Asıl uygulamadaki etkinlikte model özelinde değişikliklerin ifade edilmesi istenmiştir. Örneğin, “*Dalton, Democritus’un şu görüşünü değiştirdi:*” haline dönüştürülmüştür. Bu şekliyle öğrencilerin modelleri karşılaştırmalarından yola çıkarak cevap vermeleri amaçlanmıştır. Ancak, bilgi kartlarında yer alan analiz edilmesi gereken bilgi miktarı arttıkça doğru bilgilerin seçilip karşılaştırılarak farkların belirlenemediği öğrencilerin cevaplarından görülmüştür. Aygen’in (2019) kimya öğretmen adaylarıyla benzer şekilde yürüttüğü çalışmada da adayların çoğunlukla modeller arasında değişen fikirleri ifade edemedikleri ve bu durumun modeller öğrenilirken modeller arasındaki ilişki kurulmadan kavramsal anlamının sağlanmaya çalışılmasından kaynaklandığı sebep gösterilmiştir. Bu doğrultuda, konunun öğretiminde kullanılan bilgi kartları (Karaca, Öner-Armağan, & Bektaş, 2021), akran öğrenmesi (Gök, 2018; Şimşek & Yeşiloğlu, 2014) ve rol oynama tekniğinin (Duran & Dökme, 2018) öğrencilerin kavramsal anlamalarını modeller arasında ilişki kuracak şekilde desteklemediği söylenebilir.

Bu stratejiye yönelik yürütülen diğer etkinlik molekül modelleri üzerine planlanmıştır. Element, bileşik ve molekül kavramları öğrenildikten sonra öğrenciler element ve bileşik molekülleri çizmişler ve bunu üç boyutlu hale getirmişlerdir. Değerlendirme etkinliği olarak ise öğrencilere sekiz farklı molekül verilmiştir. Öğrenciler modelleri element ve bileşik olma durumu ile kaç çeşit ve kaç tane atom içerdiği açısından cevaplamışlardır. Cevap kağıtları karıştırılarak sınıfa tekrar dağıtılmış ve öğrenciler arkadaşlarının cevaplarını değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin değerlendirmelerinden elde edilen Tablo 68’de sunulmuştur.

Tablo 68. Öğrencilerin Molekül Modellerini Değerlendirme Durumları

Anlama düzeyi	Öğrenci kodları	f	Değerlendirme düzeyi	Öğrenci kodları	f
Tam anlama	Ö1-Ö9, Ö13, Ö15-Ö22	18	Doğru değerlendirme	Ö1-Ö3, Ö5-Ö9, Ö13, Ö15-Ö17, Ö19	13
			Kısmen doğru değerlendirme	Ö4, Ö20-Ö22	4
			Değerlendirme yapmama	Ö18	1
Kısmen anlama	Ö10, Ö12, Ö14, Ö23	4	Doğru değerlendirme	Ö10, Ö12, Ö14	3
			Kısmen doğru değerlendirme	Ö23	1

Tablo 68’e bakıldığında, çoğu öğrencinin molekül modellerini belirleme düzeyinin tam anlama seviyesinde olduğu görülmektedir. Tam anlama seviyesinde olan öğrencilerin 13’ü arkadaşlarının cevaplarını doğru değerlendirirken, dördü cevapların tamamını doğru değerlendiremediği için kısmen doğru değerlendirme düzeyinde yer almıştır. Kısmen anlama düzeyinde olan dört öğrencinin üçü kendi cevaplarında hatalar olsa dahi arkadaşlarının cevaplarını doğru değerlendirmiştir. Bir öğrenci ise kısmen değerlendirme düzeyindedir. Öğrencilerin birçoğu kendi anlama düzeylerine uygun düzeylerde değerlendirmeler yapmışlardır. Bu durumun açığa çıkmasında, öğrencilerin düşün-eşleş-paylaş etkinliklerinde arkadaşlarının görüşlerini değerlendirmeyi öğretim süreci boyunca sıklıkla tecrübe etmelerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu etkinlikler sayesinde öğrenciler karşıdaki düşünceyi nasıl değerlendirmeleri gerektiğini öğrenerek düşünme rutini oluşturmuşlardır (Tajudin vd., 2019). Bununla birlikte kendi anlama düzeyiyle uyumlu değerlendirmeler yapmayan öğrenciler de bulunmaktadır. Akran değerlendirmesinin yüklediği sorumluluğu yerine getirirken öğrenciler kendi öğrenmelerini de gözden geçirirler (Bozkurt & Demir, 2013; Güzel, 2018; Yurdabakan, 2011). Kısmen anlama düzeyinde olan öğrencilerin doğru değerlendirme yapmalarında öğrenmelerini gözden geçirmelerinin etkisi olabilir. Kendi cevaplarında tam anlama kategorisinde olup kısmen doğru değerlendirmeler yapan öğrenciler de bulunmaktadır. Bu öğrenciler her ne kadar tam anlama düzeyinde olsalar bile aynı soruyla ikinci kez karşılaştıklarında farklı cevaplar vermelerinin sebebinin konuyla ilgili öğrenmelerini tam yapılandıramamaları ve çelişkiye düşmeleri olduğu söylenebilir.

Karışımların ayrılması konusunda yürütülen bir sonraki etkinlikte de öğrencilere günlük yaşantılarında sıklıkla karşılaştıkları 15 farklı karışım örneği verilerek hangi yolla bu karışımların ayrılacağını yazmaları istenmiştir. Cevap kağıtları farklı öğrencilere dağıtılarak öğrencilerden arkadaşlarının cevaplarını değerlendirmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin değerlendirmelerinden elde edilen bulgular Tablo 69’da sunulmuştur.

Tablo 69. Karışımların Ayrılması Değerlendirme

Anlama düzeyi	Öğrenci kodları	f	Değerlendirme düzeyi	Öğrenci kodları	f
Kısmen anlama	Ö1-Ö17, Ö19-Ö23	22	Doğru değerlendirme	Ö6, Ö7, Ö15, Ö17, Ö19, Ö20, Ö22	7
			Kısmen doğru değerlendirme	Ö1-Ö5, Ö10-Ö14, Ö16, Ö23	12
			Değerlendirme yapmama	Ö8, Ö9, Ö21	3

Tablo 69 incelendiğinde öğrencilerin tamamının kısmen anlama düzeyinde olduğu, karışımları ayırma yöntemlerinin tamamını belirleyemedikleri tespit edilmiştir. Karışımların ayrılması konusu genellikle benzer örnekler üzerinden işlendiğinden ezberlenen ve sonrasında hatırlanmayan bir konu olup, bu durumun önüne geçmek adına öğrencilerin öğrenmelerini kullanabilecekleri örneklerin sunulması önerilmektedir (Heliawati vd., 2020). Ancak, sunulan karışım örneklerinin bazılarında (örneğin, deniz suyundan içme suyu elde edilmesi) öğrencilerin çoğunun zorlandıkları ve doğru cevaplar veremedikleri belirlenmiştir. Bu noktada, eksik öğrenmelere sahip öğrencilerin farklı örneklerle karşılaştıklarında aktarmakta zorlandıkları söylenebilir. Bu durum, konunun öğretiminde kullanılan bilgi kartlarının öğrencilerin bilgilerini günlük hayattaki örneklerle aktarmalarını sağlayacak düzeyde kavramsal anlama sağlamadığı şeklinde yorumlanabilir. Değerlendirme düzeyine bakıldığında ise çoğu öğrencinin kısmen değerlendirme düzeyinde olduğu görülmektedir. Yedi öğrenci ise kendileri kısmen anlama düzeyinde olmalarına rağmen arkadaşlarının cevaplarının tamamını doğru değerlendirmiştir. Üç öğrenci ise değerlendirme yapmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin kendi öğrenme düzeylerine paralel değerlendirmeler yapmaları beklenen bir durumdur. Öğrenciler değerlendirme sürecinde öğrenmesini yönlendirir (Şimşek & Yeşiloğlu, 2014). Bu öğrenmelerde tam yapılandırılmamış noktaların bulunması yönlendirmenin de sınırlı olmasına sebep olacaktır. Sınırlı yönlendirme öğrencilerin karar verme becerisini etkileyerek yanlış değerlendirmeler yapmalarına yol açacaktır (Güzel, 2018; Şimşek & Yeşiloğlu, 2014). Bu doğrultuda, kısmen değerlendirme yapan öğrencilerin öğrenmelerinde eksiklikler olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, doğru değerlendirme yapan öğrencilerin öğrenmelerini gözden geçirerek kendi hatalarını fark ettikleri ve doğru değerlendirmeler yaptıkları söylenebilir. Akran değerlendirmesinin öz-değerlendirme de içermesi (Bozkurt & Demir, 2013; Yurdabakan, 2011) öğrencilerin kendi öğrenmelerini sorgulamalarına sebep olmuş olabilir.

Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulama stratejisi (S16) öğrencilerin bilgi kaynaklarını ve farklı bilgileri değerlendirebilme durumlarıyla ilişkilidir (Paul vd., 1990). Bu stratejiye yönelik yürütülen etkinlikler sınırlı görünmekle birlikte süreç boyunca yürütülen diğer etkinliklerde öğrenciler düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri sırasında birbirlerini sözlü olarak değerlendirmişlerdir. Yürütülen etkinliklerin ikisinde öğrencilerin ürettikleri fikirleri/cevapları birbirlerinin değerlendirmeleri (molekül modelleri ve karışımların ayrılması konuları) biri ise bilim insanlarının öne sürdüğü fikirlerin karşılaştırılarak değerlendirilmesi (atom modelleri konusu) üzerine planlanmıştır. Karışımların ayrılması konusunda öğrenciler kısmen doğru değerlendirmeler yaparken atom modelleri konusunda ise tam doğru değerlendirmeden hiç değerlendirmemeye kadar öğrenciler yer almaktadır. Bu konuların öğretiminde bilgi kartları kullanılmış, atom modelleri konusunda bilgi kartları rol oynama tekniği ile desteklenmiştir. Ancak öğrencilerin bu konulardaki öğrenmelerinin kısmen anlama düzeyinde olması eksik öğrenmelere işaret ederek değerlendirmelerinin de eksik olmasına sebep olmaktadır (Şimşek & Yeşiloğlu, 2014). Bu noktada, atom modelleri ve karışımların ayrılması konularının öğretiminde bilgi kartlarının kullanılmasının öğrencilerin anlamalarını yeterli seviyede desteklemediği söylenebilir. Bununla birlikte, molekül kavramına yönelik öğretimde ise öğrenciler element ve bileşik moleküllerini kavramsal olarak öğrendikten sonra hem 2-boyutlu hem de 3-boyutlu modeller oluşturmuşlardır. Öğrencilerin deneyimleyerek öğrenmelerinin anlamalarını olumlu etkilediği ve değerlendirmelerinin de doğru olduğu belirlenmiştir. Bu noktada, yürütülen etkinlikler öğrencilerin öğrenmelerini desteleyerek doğru değerlendirmeler yapmalarına olanak sağlamıştır. Ayrıca, öğrencilerin birçoğunun kendi anlama düzeyleriyle paralel düzeyde değerlendirmeler yaptıkları ve konuya yönelik anlamalarıyla arkadaşlarının cevaplarını değerlendirmeleri arasında olumlu yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Tam anlama düzeyinde olan öğrencilerin doğru değerlendirmeler, kısmen anlama düzeyinde olan öğrencilerin ise kısmen doğru değerlendirmeler yaptıkları belirlenmiştir (Tablo 68 ve 69). Bu doğrultuda, öğrencilerin öğrenme düzeyinin değerlendirmelerinin niteliğini etkilediği söylenebilir. Bu durumun açığa çıkmasında, öğretim süreci boyunca kullanılan düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri sırasında öğrenciler sıklıkla birbirlerinin görüşlerini değerlendirmelerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, düşün-eşleş-paylaşın uygulanmadığı diğer etkinliklerde öğretim yaklaşımının öğrencinin düşünce/fikir üretmesini ve sorgulamasını destekleyen doğası, süreç boyunca öğrencilerin değerlendirme yapmalarına imkan sağlamıştır (Swartz & McGuinness, 2014). Öğrencilerin etkinliklerde bilgi üretmesi ve paylaşmasıyla öğretmenin sınıftaki tek bilgi kaynağı olarak görülmesinin önüne geçilmiş (Soysal & Rahmard, 2018), bu durum öğrencilerin kendilerini birer bilgi kaynağı olarak kabul etmesini, hem kendilerinin hem de arkadaşlarının düşüncelerini sorgulanmasını ve değerlendirilmesini teşvik etmiştir. Bu doğrultuda düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri sayesinde öğrencilerin düşünceleri sorgulama ve değerlendirmeyi öğrenerek düşünme rutini (Tajudin vd., 2019) oluşturdukları söylenebilir. Bununla birlikte kendi anlama düzeylerinden farklı düzeylerde

değerlendirmeler yapan öğrenciler de bulunmaktadır (Tablo 68 ve 69). Tam anlama düzeyinde olup kısmen doğru değerlendirmeler yapan öğrencilerin, öğrenmelerini tam yapılandıramamaları sebebiyle soruyla tekrar karşılaştıklarında doğru değerlendirmeler yapamadıkları düşünülmektedir. Bu öğrencilerin yapılandırılmamış bilgilerinin karar verme becerilerini etkilediği (Güzel, 2018; Şimşek & Yeşiloğlu, 2014) söylenebilir. Kısmen anlama düzeyinde olup doğru değerlendirme yapan öğrencilerin ise düşün-eşleş-paylaş etkinliklerindeki sadece karşı tarafı değil kendi öğrenmelerini sorgulama kısmını uygun şekilde yaptıkları söylenebilir. Öğrencilerin kendi cevaplarından farklı olarak karşılaştığı cevaplar kendi öğrenmelerine gözden geçirmelerine yol açmaktadır (Bozkurt & Demir, 2013; Güzel, 2018; Paul vd., 1990; Yurdabakan, 2011). Bu doğrultuda, düşün-eşleş-paylaş etkinliklerinin öğrencilerin kendi düşüncelerini sorgulamalarını sağlayacak kadar esnek fikirli ve arkadaşlarını doğru şekilde değerlendirecek kadar adil düşünürler olmalarını desteklediği söylenebilir.

4. 3. 6. Sokratik Sorgulamayı Uygulama Stratejisini (S24) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Sokratik sorgulamayı uygulama stratejisine yönelik yürütülen etkinliklerde öğrencilerin verilen durumun önceki deneyimlerine ne kadar benzediğini sorgulamaları amaçlanmıştır. Bu stratejiye yönelik tasarlanan sorularla öğrencilerin ilgili konuya yönelik anlayışlarının geliştirmesi ve öğrendiklerine farklı bir bakış oluşturmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Bu noktada sorular öğrencilere konunun sonunda yöneltilmiş ve konuya ilişkin kazandıkları tüm anlamaları ve becerileri kullanmaları beklenmiştir. Mayoz bölünme konusunda yürütülen ilk etkinliğe geçmeden öğrenciler mayoz bölünmenin amacını, evrelerini öğrenmişler ve grup çalışmaları yürütmüşlerdir. Öğrencilerden mayoz bölünmenin önemli olaylarından biri olan parça değişiminin canlılar için öneminin neler olduğunu sorgulamaları istenmiştir. Öğrencilerin parça değişiminin önemine yönelik sorgulamalarından elde edilen bulgular Tablo 70’te sunulmuştur.

Tablo 70. Parça Değişiminin Canlılar İçin Önemine Yönelik Öğrenci Sorgulamaları

Düzye	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine sorgulama	Ö1, Ö3, Ö7, Ö13, Ö14, Ö16-Ö19	9	Ö19: Tür içi çeşitlilik farklı türde canlıların ortaya çıkmasını sağlar. Mesela sadece bir tür insan olması büyük sorun oluşturur.
Yüzeyel sorgulama	Ö2, Ö4, Ö6, Ö8-Ö12, Ö22, Ö23	10	Ö2: Herkes aynı olurdu. Ö8: Tür içi çeşitliliği sağladığı için önemlidir.
Hatalı sorgulama	Ö15	1	Ö15: Anne ve babaya benzemek
Boş	Ö5, Ö21	2	-

Mayoz bölünme konusunun öğretimi, bölünmenin aşamalarını gösteren bilgi kartlarıyla yürütülmüştür. Öğrenciler kartları gruplar halinde inceleyerek bölünmenin aşamaları hakkında

konusmuşlardır. Daha sonra sınıf tartışmasıyla bölünme aşamalarının önemli olayları ifade edilmiştir. Aynı gruplar, mayoz bölünmeye yönelik poster çalışmaları yürütmüşler ve hazırladıkları posterler diğer gruplar tarafından incelenmiştir. Konunun sonunda da parça değişimine yönelik soruyu cevaplamışlardır. Tablo 70 incelendiğinde öğrencilerin büyük kısmının doğru sorgulama yaptığı görülmektedir. Doğru sorgulama yapan öğrencilerden dokuzu cevabını detaylandırabilirken, 10 öğrencinin cevabının yüzeysel sorgulama düzeyinde kaldığı tespit edilmiştir. Bu noktada, öğrencilerin birçok kez yürüttükleri grup çalışmalarının onların anlamalarını ve çeşitli aşamalarda yaptıkları değerlendirme süreçlerini sorgulamalarını desteklediği düşünülmektedir. Aktif öğrenme yaklaşımları ile yürütülen fen dersleri, öğrencilerin hem kavramsal anlamalarını hem de sorgulama becerilerini geliştirmektedir (Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019; Varlı & Uluçınar-Sağır, 2019; Yetiş, 2023). DDÖ yaklaşımı da öğrencilerin bilişsel olarak aktif olmalarına imkan sağlayarak öğrencilere hem içerik bilgisinin hem de düşünme becerisinin kazandırılabilceğini savunur (Salih, 2014; Swartz, 2012; Wongpairim & Songsernb, 2022). Konunun öğretiminde kullanılan grup çalışmaları, sınıf tartışmaları ve bireysel etkinliklerin öğrencilerin anlamaları üzerinde olumlu etki yapmasıyla öğrencileri sorgulama yapmaya sevk ettiği söylenebilir. Bununla beraber bir öğrenci ise hatalı sorgulama yaparak parça değişiminin anne ve babaya benzemeyi sağladığını ifade etmiştir. Bu öğrencinin parça değişimi kavramını mitoz bölünmeyle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Anne ve babaya benzememeyi mitoz bölünmeyle ilişkilendirme karşılaşılan bir alternatif kavramdır (Koroğlu & Avgın, 2022). Öğrencide bu alternatif kavramının oluşmasının sebebinin, öğretmenin iki aşamalı mayoz bölünmenin ikinci aşamasının mitoz bölünmenin aynısı olduğu şeklindeki açıklamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu stratejiye yönelik tasarlanan diğer etkinlik Kuvvet ve Enerji ünitesinde enerji dönüşümleri konusunda yürütülmüştür. Öğrenciler yatayda farklı örnekler üzerinde enerji dönüşümünü öğrendikten sonra onlara yukarı atılan topun enerjisindeki değişimin nasıl olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 71’de sunulmuştur.

Tablo 71. Enerji Dönüşümleri Konusunda Öğrenci Sorgulamaları

Düzy	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine sorgulama	Ö2, Ö4, Ö7-Ö11, Ö13, Ö19	9	Ö2: Top yukarıya giderken potansiyel enerjisi ve hareket ettiği için kinetik enerjisi olacak. Yere düştüğünde ise bu topun kinetik enerjisi olacak. Ama potansiyel enerji yok olmayacak kinetik enerjiye dönüşecek.
Yüzeysel sorgulama	Ö1, Ö3, 15-Ö17, Ö21	6	Ö16: Tepe noktasında potansiyel enerji en fazladır, kinetik enerji ise en azdır. Yere vurduğu noktada ise kinetik enerji en fazla, potansiyel enerji en azdır.
Hatalı sorgulama	Ö5, Ö6, Ö12, Ö14	3	Ö5: Topu havaya attığı için potansiyel enerjiden alıp kinetik enerjiye dönüşür. En sonda kinetik enerjiden alıp potansiyel enerjiye dönüşür.
Boş	Ö23	1	-

Enerji dönüşümleri konusunun öğretiminde kaykay yapan bir çocuğun görseli ile çocuğun kinetik ve potansiyel enerjisindeki değişimi gösteren pil görselleri kullanılmıştır. Öğrenciler önce tek başlarına görseli ve grafiği incelemişler, sonra sıra arkadaşlarıyla birbirlerinin fikirlerini sorgulamışlardır. Sınıf tartışmalarıyla enerji dönüşümünün önemli noktaları belirlenmiştir. Öğrencilerden bu sefer kendilerinin dikeyde bir topun enerji dönüşümünü belirlenmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarının yer aldığı Tablo 71 incelendiğinde, öğrencilerin büyük kısmının doğru sorgulama yaptığı ve öğrencilerden dokuzunun derinlemesine, altısının ise yüzeysel sorgulama düzeyinde yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin sorgulama durumları incelendiğinde seçilen kaykay görseli ile enerji dönüşümünü gösteren pil görsellerinin öğrencilerin enerji dönüşümünü anlamaları için uygun olduğu söylenebilir. Ayrıca, öğrencilerin arkadaşlarıyla ve sınıfın tamamıyla düşüncelerini paylaşmalarının onların konuya yönelik anlamalarının geliştirilmesine yardımcı olduğu ve sınıfla beraber enerji dönüşümünün önemli hususlarının belirlenmesinin de farklı örneklerde öğrencilerin sorgulama yapması için yol gösterici olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda, potansiyel ve kinetik enerjileri konusunda soyut bir kavram olan enerji dönüşümünün görselleştirilerek somut hale getirilmesi (Harman & Çökelez, 2017; Korgancı vd., 2015), sınıf tartışmaları (Şahin & Hacıoğlu, 2013) ve önemli noktaların belirlenmesinin öğrencilerin öğrenmelerine ve öğrenmelerini farklı örnekler üzerinde sorgulamalarına olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte, dört öğrencinin hatalı sorgulama yaptığı ve öğrencilerin kinetik ve potansiyel enerji kavramlarına yönelik yanlış öğrenmelerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Kinetik ve potansiyel enerji konularında elde edilen bilgilerin enerji dönüşümü konusunda kullanılmadığı ve etkinlikler ile materyallerin bu öğrencilerin zihinlerinde bu ilişkiyi kurmalarına yardımcı olmadığı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, öğrencilerin eksik öğrenmelerinin onların sorgulama niteliğini etkilediği söylenebilir.

Hava ve su direnci konularında etkinlikler TGA yöntemi ile yürütülmüştür. Hava direnci konusunda öğrencilerden, düz ve buruşturulmuş kağıtlar aynı yükseklikten bırakıldığında hangisinin daha önce yere ulaşacağını tahmin etmeleri ve gerekçelerini yazmaları istenmiştir. Su direnci için ise boş ve dolu su bardaklarına bırakılan madeni paralardan hangisinin bardağın dibine daha önce ulaşacağını tahmin ederek gerekçelerini yazmaları beklenmiştir. Her iki durum da gözlemlendikten sonra bu durumun sebepleri hakkında sınıf konuşmaları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra öğrencilere bu dirençlerden hangisinin daha güçlü olduğuna yönelik düşünceleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 72’de sunulmuştur.

Tablo 72. Hava ve Su Direncine Yönelik Öğrenci Sorgulamaları

Düzey	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Yüzeysel sorgulama	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10-Ö18, Ö20	17	Ö10: Su direnci hava direncinden daha güçlüdür.
Hatalı sorgulama	Ö6, Ö9, Ö22, Ö23	4	Ö22: Hava direnci

Tablo 72'nin devamı

Düzy	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Alternatif kavrama içeren cevap	Ö19, Ö21	2	Ö19: Su direnci çünkü suyun kütlesi var.

Tablo 72'ye bakıldığında, öğrencilerin hava ve su dirençlerinin gücünü karşılaştırırken derinlemesine sorgulayamadıkları görülmektedir. Öğrencilerin büyük kısmı yüzeysel anlama düzeyinde yer almaktadır. TGA yöntemi öğrencilerin kavramsal anlamalarını desteklemekle (Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019) birlikte gözlemlerde eksiklik olması ya da gözlemin eksik açıklanması sınırlılık olarak belirtilmektedir (Balaydın & Altınok, 2018; Güngör & Özkan, 2017; Özçelik, 2019). Yürütülen etkinliklerde öğrencilerin gözlemlerinde eksiklikler olmasından ziyade eksik açıklamalar yapmalarından dolayı eksik kavramsal anlamaya sahip oldukları düşünülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğunun yüzeysel anlama düzeyinde olması doğru cevabı verdiklerini ancak açıklayamadıklarını göstermektedir. Öğrenciler önceki yıllarda katı, sıvı ve gazların tanecikleri arasındaki mesafenin farklı olduğunu öğrenmişlerdir (MEB, 2018). Bu noktada öğrencilerin su ve havanın, maddenin sıvı ve gaz hali olduğunu farkında olmamaları sebebiyle açıklamalarını gerekçelendiremedikleri düşünülmektedir. Bu doğrultuda, TGA yönteminin öğrencilerin hava ve su direnci konularındaki kavramsal anlamalarında etkili ancak öğrencilerin ön öğrenmelerini yeni öğrenmelerle ilişkilendirilmede yetersiz olduğu söylenebilir. İki öğrenci hava direnci cevabı vererek hatalı sorgulama düzeyinde bulunurken iki öğrenci ise alternatif kavrama içeren yanıtlar vermişlerdir. Bu öğrencilerin su direnci için yürütülen boş ve dolu bardak karşılaştırmasında boş bardakta paraya hava direncinin etki ettiğini fark edemedikleri düşünülmektedir. Bununla birlikte iki öğrencinin cevabı da alternatif kavrama içermektedir. Öğrencilerin suyun kütlesi olması sebebiyle su direncinin daha güçlü olduğunu ifade etmeleri havanın kütlelerinin olmadığını düşünmelerinden kaynaklanabilir. Havanın kütsüz olduğu düşüncesi öğrencilerde karşılaşılan alternatif kavramalardan birisidir (Kuşakçı-Ekim, 2007; Stavy, 1990). Bu doğrultuda öğrencilerin sahip oldukları yanılgıların onların sorgulamalarını gerekçelendirme durumlarını etkilediği söylenebilir.

Atom modellerine yönelik yürütülen etkinliklerden sonra öğrencilere bilim insanlarının geliştirdikleri atom modellerinin gerçek bir atoma birebir benzediğini iddia etmedikleri ifade edilmiş ve iddia etmeme gerekçelerinin neler olabileceği öğrencilere sorulmuştur. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 73'te yer almaktadır.

Tablo 73. Atom Modelleri Konusuna Yönelik Öğrenci Sorgulamaları

Düzy	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine sorgulama	Ö2, Ö7, Ö8, Ö15, Ö19	5	Ö7: Çünkü gün geçtikçe yeni bilgiler ortaya çıkıyor, teknoloji geliyor ve fikirler değişiyor. Tam olarak gözle görüp inceleme yapamadıkları için yeniliklere açık davranmayı tercih etmişlerdir.

Tablo 73'ün devamı

Düzy	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Yüzeysel sorgulama	Ö1, Ö3, Ö5, Ö12, Ö14, Ö16-Ö18	8	Ö1: Teknoloji geliştikçe atom modeli detaylı açıklanmaya devam edilmiş.
Alternatif kavrama içeren cevap	Ö9	1	Ö9: Çünkü <i>atomun özellikleri değişir</i> . O yüzden iddia etmezler.
Sorgulamama	Ö10	1	Ö10: Mesela Thomson ile Dalton farklı yorum vermişlerdir.
Boş	Ö13, Ö22, Ö23	3	-

Öğrencilerin öne sürülen atom modellerinin gerçeğine benzer olma durumlarına yönelik sorgulamaları incelendiğinde, beş öğrencinin derinlemesine cevap verdikleri, sekiz öğrencinin ise yüzeysel sorgulama düzeyinde olduğu görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin atomun gözle görülemeyecek kadar küçük olması sebebiyle modellerin birer benzetim olduğu fark ettiği ancak az sayıda öğrencinin bunu detaylı şekilde açıklayabildiği söylenebilir. Öğretim sürecinde bilgi kartları kullanılmış ve rol oynamayla bilim insanları canlandırılmıştır. Ayrıca süreç içerisinde bilimsel bilginin değişebilirliğine sürekli vurgu yapılmıştır. Konunun sonunda öğrencilerden tüm öğrendiklerini işe koşarak atomun gözle görülemeyecek kadar küçük olması sebebiyle temsillerle gösterildiğine ilişkin cevaplar üretmeleri beklenmiştir. Ancak öğrencilerin cevaplarında daha çok bilimsel bilginin değişmesine odaklandıkları ve teknoloji üzerinden açıklamalar sundukları görülmüştür. Sınıf tartışmasında ise öğretmenin bu durumu fark etmesi sonucu yönlendirici sorularla öğrencilerin cevaplarını gözden geçirmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin teknoloji haricinde sundukları ifadeler arasında “*Atom küçük olduğu için birebir aynısını yapamayız.*”, “*Varsayımlara dayanarak bir model oluştururlar.*” ve “*Bu varsayımlar güçlü varsayımlar; oturarak üretilen bir bilgi değil. Üzerine düşünülmüş, bazı çalışmalar yapılmış.*” şeklinde ifadeler yer almaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin öğrenmelerinin etkisinde kalarak atom modelleriyle ilgili tüm soruları teknoloji odaklı cevaplama eğiliminde oldukları, öğretmenin doğru yönlendirmeleri ve arkadaşlarının görüşlerini de kullanarak doğru cevabı belirleyebildikleri söylenebilir. Öğrencilerin farklı görüşleri analiz ederek cevaplarında eksiklikleri düzeltebilmeleri onların bağımsız düşünebildiklerinin de göstergesidir (Paul vd., 1990). Bununla birlikte bir öğrencinin alternatif kavramaya sahip olduğu tespit edilirken bir öğrenci sorgulamama düzeyinde olup ilişkisiz cevaplar sunmuştur. Ö9 kodlu öğrencinin atom modellerinin gelişimini atomun yapısının değişmesiyle ilişkilendirdiği görülmektedir. Bu öğrencinin atom modellerindeki değişimi atomun kendisine atfetmesinin modellerin atomun birebir aynısı olduğu düşüncesine sahip olmasından kaynakladığı (Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991) düşünülmektedir. Bu öğrencinin bilimsel bilginin değişimiyle modellerin değiştiği bilgisini yanlış yorumladığı ve atomun yapısına yönelik açıklamaların değiştiğini kavrayamadığı söylenebilir.

Sokratik sorgulamayı uygulama stratejisine yönelik son etkinlik karışımların ayrılması konusunda yürütülmüştür. Öğrencilere iki farklı durum verilmiş ve karışımı ayırmaları istenmiştir. Sınıf içinde iki maddenin birbirinden nasıl ayrılacağına yönelik örnekler verilmiştir. Öğrencilere

sunulan durumlarda ise üç maddeyi birbirinden ayırmaları yani öğrendiklerini benzer örneklerde uygulamaları beklenmektedir. Öğrencilerden ilk durumda şekerli su, zeytinyağı ve çakıl taşı karışımını, ikinci durumda ise tuz, kum ve yaprak karışımını ayırmaları beklenmektedir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 74’te sunulmuştur.

Tablo 74. Karışımların Ayrılmasına Yönelik Öğrenci Sorgulamaları

Durumlar	Düzy	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-1	Derinlemesine sorgulama	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö16, Ö17, Ö21, Ö22	13	Ö2: Önce çakıl taşlarını süzerek ayırırm. Sonra huniyle su ile zeytinyağının kesişim çizgisine kadar huniyi açar çizgiye gelince kapatırım. Şekerli suyu ise buharlaştırarak ayırırm.
	Yüzeysel sorgulama	Ö10, Ö13, Ö14, Ö18, Ö20	6	Ö20: Zeytinyağını yoğunluk farkıyla, şekerli suyu buharlaştırarak ayırırm.
	Hatalı sorgulama	Ö6, Ö15, Ö19	3	Ö6: Buharlaştırma, süzme
Durum-2	Derinlemesine sorgulama	Ö4, Ö6, Ö7, Ö10-Ö12, Ö15-Ö17, Ö19-Ö21	12	Ö7: İlk önce yaprakları alıp sonra karışıma su ekleriz ve süzeriz. Sonra geriye tuzlu su kalır. Buharlaştırdığımızda tuza ulaşmış oluruz.
	Yüzeysel sorgulama	Ö2, Ö8, Ö14, Ö18	4	Ö18: Elimle yaprakları alırım, süzme yaparım sonra buharlaştırırım.
	Hatalı sorgulama	Ö1, Ö3, Ö5, Ö13	4	Ö3: Karışımı süzerek tuzu bulabiliriz.
	Boş	Ö22	1	-

Öğrenciler karışımların ayrılması konusunda hazırlanan bilgi kartlarını inceleyerek örneklerin her biri için yöntem yazmışlar ve bu örnekler düşün-eşleş-paylaş etkinliklerinde arkadaşları tarafından karşılıklı değerlendirilmiştir. Daha sonra öğrenciler yöntemlerin ölçütlerini belirleme etkinliğini tamamlamışlardır. Son olarak günlük hayattan karışım örnekleri sunularak hangi yöntemlerden yararlandığını belirlemeleri istenmiştir. Bu etkinlikler iki maddenin karışımına yönelik örnekleri içermekteydi. Öğrencilerin üç madde içeren karışımların ayrılmasına yönelik cevaplarının yer aldığı Tablo 74 birinci durum açısından incelendiğinde, 13 öğrencinin derinlemesine sorgulama, altı öğrencinin yüzeysel sorgulama düzeyinde olduğu görülmektedir. Üç öğrenci ise hatalı cevap vermiştir. İkinci durumda ise öğrencilerin büyük kısmının derinlemesine sorgulama düzeyinde yer aldıkları ve soruyu detaylı şekilde cevaplandırıdıkları tespit edilmiştir. Dört öğrencinin doğru cevap vermediği ancak cevabını yüzeysel şekilde açıkladığı belirlenmiştir. Ayrıca, dört öğrenci hatalı sorgulama düzeyinde yer alırken bir öğrenci soruya cevap vermemiştir. Öğrencilerin verilen örneklerdeki karışımları doğru şekilde ayırabildikleri ancak detayları belirtmede farklılıkların olduğu söylenebilir. Bu konuya yönelik yürütülen tüm etkinliklerin öğrencilerin sorgulama durumlarına olumlu katkı yaptığı düşünülmektedir. Örneğin, öğrenciler karışımdaki maddeleri analiz ederek hangi ayırma yöntemlerini hangi sırayla kullanacaklarını belirlemek için ölçütler belirlemişlerdir. Günlük hayat karışım örneklerini hem kendi cevaplamış hem de arkadaşlarını değerlendirirken düşünme süreçlerinde gerçekleştirdikleri sorgulamalar bu örneklerde de aynı becerileri kullanmalarına sebep olmuştur. Yani, öğrenciler hem konuyu öğrenmişler hem de

becerilerini geliştirmişlerdir (Swartz, 2012; Swartz & McGuinness, 2014). Bu doğrultuda, öğrencilerin doğru sorgulamalar yapmalarında hem öğrenmelerinin hem de etkinliklerde kazandıkları becerileri aktif şekilde kullanmalarının etkili olduğu (Kaddoura, 2013; Syafii, 2018) ve karışımları ayırmayla ilgili öğrenmelerini kullanmaya yönelik düşünme rutinlerinin olduğu (Tajudin vd., 2019) söylenebilir. Hatalı sorgulamalar yapan öğrencilerin yöntemlerin sıralamalarında ya da üç maddeyi ayırmak için tek yöntem belirledikleri belirlenmiştir. Karışımları ayıramayan öğrencilerin ölçüt geliştirirken hata yaptıkları düşünülmektedir. Bu durum, öğrencilerin üç maddenin çözünme, batma, yüzme vb. özellikleri dikkate almadan karışımları ayırmaya çalışmalarından ve örnekler üzerine düşünme süreçlerinin yeterli olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Bu doğrultuda, bu öğrencilerin birden fazla beceri kullanmaları gereken durumlara uyum sağlamada zorluk çektikleri söylenebilir.

Sokratik sorgulamayı uygulama stratejisi (S24) öğrencilerin yeni bir durumla öğrenmelerini ilişkilendirmeleri ve bu ilişkiden elde ettikleri sonuçların ortaya çıkarılmasıyla ilişkilidir (Paul vd., 1990). Öğrencilerin bu stratejiyi uygulama durumlarına bakıldığında tanıdık/benzer örnekler sunulduğunda öğrencilerin derinlemesine sorgulamalar yapabildikleri (Tablo 71 ve 74), verilen durumların farklı olması durumunda ise yüzeysel sorgulamalar (Tablo 70, 72 ve 73) yaptıkları belirlenmiştir. Bu stratejiye yönelik tasarlanan etkinliklerde, ilgili konunun sonunda öğrencilerin tüm öğrenmelerini ve becerilerini kullanmaları beklenmiştir. Konuların öğretim süreci boyunca farklı etkinlikler sayesinde öğrencilerin hem kavramsal anlamalarının hem de farklı becerilerinin (ölçüt geliştirme, benzerlik ve farklılıkları belirleme vb.) geliştirmeleri sağlanmıştır (Swartz, 2012; Swartz & McGuinness, 2014). Bu şekilde bağlantılı etkinlikler öğrencilerin düşünme süreçlerinde konuya ilişkin bir rutin oluşturmalarını sağlar (Tajudin vd., 2019). Hali hazırda işleyen bir düşünme rutini olduğu için öğrencilerin sunulan benzer durumların sorgulanmasında düşünme rutinlerinden faydalandıkları düşünülmektedir. Bu noktada, öğrenciler sorgulama yapılması istenen durumu öğrenmeleriyle ilişkilendirebiliyorsa düşünme rutinlerinden yararlanabildikleri söylenebilir. Ancak, sunulan örnekler öğrencilerin deneyimlerinden farklı ise öğrenciler öğrenmeleri ile durum arasında ilişki kurarak ve mevcut bilgilerini yeni verilerle destekleyerek sorgulamalar yaparlar. Çalışmanın belirli aşamalarında bu sınıf tartışmalarıyla sağlanmıştır (Şahin & Hacıoğlu, 2013). Öğretmenin yönlendirici sorularının öğrencilerin sorgulamalarını derinleştirmesine katkı sağladığı görülmüştür. Bu noktada, öğrenciler, deneyimlerinden daha farklı sorulara maruz bırakıldığında desteklenmeye ihtiyaç duydukları ve öğretim tasarımının bu ihtiyaçları süreç içerisinde gideremediği söylenebilir. Bu doğrultuda, öğretim tasarımındaki etkinliklerin öğrencilerin deneyimlerine benzer örnekler üzerinden sorgulamalar yürütmesini desteklediği farklı deneyimlerin sorgulanması için ise yetersiz kaldığı düşünülmektedir. Düşün-eşleş-paylaş etkinliklerinde de genellikle öğrenciler benzer deneyimlerine yönelik sorgulamalar gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin ürettikleri cevaplar çoğunlukla birbirinden farklılaşmazken sadece cevaplarını detaylandırma durumları değişmiştir. Öğrencilerin

birbirlerinin görüşlerinden etkilendiği ve sorgulamalarını bu doğrultuda yapılandıklarını belirlenmiştir. Öğrencilerin sorgulamalarında yüzeysel kalan noktaları geliştirebilmeleri için arkadaşlarının görüşlerinden faydalanmaları onların bağımsız düşünür bireyler olduklarına (Paul vd., 1990) işaret etmektedir. Bu doğrultuda yeni bir durumla karşılaştıklarında durumu anlama ve öğrenmeleriyle ilişkilendirmede öğrencilerin sorgulamada zorlandıkları, karşılaşılan durum öğrenmelerine ne kadar benziyorsa sorgulamada o kadar başarılı oldukları söylenebilir.

4. 3. 7. Öğrencilerin Önemli Benzerlikleri ve Farklılıkları Belirleme Stratejisini (S29) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

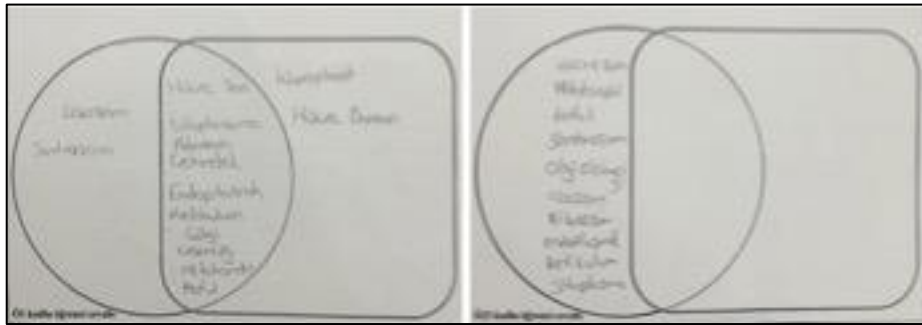
Önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme stratejisine yönelik tasarlanan etkinliklerde çoğunlukla beraber öğrenilen kavramların çeşitli kriterler açısından benzer ve farklı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, Hücre ve Bölünmeler ünitesinde yürütülen ilk etkinlik bitki ve hayvan hücrelerinin benzer ve farklı yönlerinin belirlenmesi üzerine planlanmıştır. Tasarlanan etkinlikte öğrencilere bitki ve hayvan hücrelerinin 10 özelliğini içeren iki çark dağıtılmıştır. Çarklar üç katmanlı olup; yukarıdan aşağı ilk katmanda rakamlar, ikinci katmanda organellerin adı, son katmanda da organelle hizalı olacak şekilde organelin görevi yazmaktadır (bakınız Şekil 15). Çarklarla birlikte öğrencilere bitki ve hayvan hücreleri görselleri verilmiş, görsellerde organeller oklarla numaralandırılmıştır. Öğrenciler ikili gruplar halinde çalışarak, çarklardaki numaralarla görsellerdeki organelleri eşleştirip görevlerini öğrenmeye çalışmışlardır. Daha sonra öğrencilere biri yuvarlak diğeri köşeli kesişim kümeleri verilmiş ve bu kesişim kümesini bitki ve hayvan hücrelerindeki ortak ve farklı organelleri içerecek şekilde tamamlamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 75'te sunulmuştur.

Tablo 75. Öğrencilerin Bitki ve Hayvan Hücrelerinin Benzerlikleri ve Farklılıklarını Belirleme Durumları

Karşılaştırma Kategori	Hayvan hücresinde bulunan organeller		Bitki hücresinde bulunan organeller		Ortak organeller		Hücre şekilleri	
	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f
Doğru karşılaştırma	Ö1-Ö4, Ö6-Ö10, Ö12-Ö14, Ö16-Ö19, Ö21, Ö23	18	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6-Ö10, Ö12-Ö14, Ö17-Ö19, Ö21	16	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6-Ö9, Ö12, Ö18, Ö19	10	Ö1-Ö3, Ö6-Ö10, Ö12, Ö13, Ö16-Ö19, Ö21	15
Kısmen doğru karşılaştırma	-	-	Ö2	1	Ö2, Ö5, Ö10, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö21	8	-	-
Hatalı karşılaştırma	-	-	-	-	-	-	Ö4, Ö5, Ö14, Ö23	4
Boş	Ö5, Ö15	2	-	-	Ö15, Ö23	2	Ö15	1

Tablo 75 incelendiğinde öğrencilerin sadece hayvan hücresi ve sadece bitki hücresinde bulunan organelleri büyük oranda doğru şekilde belirledikleri görülmektedir. Hazırlanan materyallerin organelleri keşfederek öğrenme deneyimi sağlaması öğrencilerin kavramsal

anlamalarına olumlu katkı sağlamıştır (Boomer & Latham, 2011; Holstermann, Grube, & Bögeholz, 2010; Schwichow, Zimmerman, Croker, & Härtig, 2016). Kavramsal anlamaları artan öğrencilerin sadece bitki ya da sadece hayvan hücresinde bulunan organelleri doğru şekilde belirlediği düşünülmektedir. Her iki hücrede yer alan ortak organelleri 10 öğrenci tam ve doğru şekilde belirlerken, sekiz öğrencinin doğru ancak eksik belirlediği organeller bulunmaktadır. Bu noktada, öğrencilerin sadece bitki ya da sadece hayvan hücrelerinde yer alan organelleri doğru belirlemeleri kavramsal olarak belirli düzeyde olduklarını göstermektedir. Ortak organelleri belirlemeyen öğrencilerin bilgilerini organize edemedikleri söylenebilir. Bununla birlikte organel sayısının fazla olması da öğrencilerin ortak organelleri ayırt etmelerini (Ecevit & Özdemir-Şimşek, 2017; Özyay-Köse, 2014) ve sınıflandırmalarını zorlaştırmış olabilir. Hücre şekilleri açısından bakıldığında ise öğrencilerin büyük kısmının hücreleri doğru şekillerini doğru, dört öğrencinin ise ters şekilde işaretlediği belirlenmiştir. Bitki ve hayvan hücrelerinin şekilleri öğrenciler tarafından kolaylıkla ayırt edilen özelliklerinden birisidir (Ormancı, Çepni, & Ülger, 2020). Bu noktada sunulan görsellerin çarklardaki metinlerle desteklenmesinin öğrencilerin farklılıkları belirlenmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Bu noktada, öğrencilerin büyük kısmının bitki ve hayvan hücrelerinin birbirinden farklılaşan yönlerini belirleyebildiği ancak ortak noktalarını tespit etmede zihinsel süreçlerinin organize etme becerilerinde eksiklikleri olduğu söylenebilir. Örnek öğrenci cevapları Şekil 40'ta sunulmuştur.



Şekil 40. Bitki ve hayvan hücrelerinin karşılaştırmasına yönelik öğrenci cevapları

Bu stratejiye yönelik bitki ve hayvan hücreleri konusunda yürütülen diğer etkinlik değerlendirme etkinliği olarak planlanmıştır. Öğrencilerden tüm canlıların hücrelerini şekilleri ve görevleri açısından düşünerek karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrenciler canlı hücrelerini görevleri ve şekilleri açısından benzer ya da farklıdır şeklinde karşılaştırdıktan sonra cevaplarının gerekçelerini yazmışlardır. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 76'da yer almaktadır.

Tablo 76. Öğrencilerin Hücreyi Şekilleri ve Görevleri Yönünden Karşılaştırma Durumları

Ölçüt	Kategori	Öğrenci kodları	f	Gerekçe	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Şekil	Doğru karşılaştırma	Ö1-Ö5, Ö7-Ö10, Ö12, Ö13, Ö16-Ö18, Ö22, Ö23	16	Doğru gerekçe	Ö7, Ö12, Ö17, Ö18, Ö22	5	Ö12: Bitkilerde köşeli, hayvanda yuvarlak
				Kısmen doğru gerekçe	Ö8	1	Ö8: Her birinin kendine göre şekli var
				Yanlış gerekçe	Ö1, Ö4	2	Ö1: Bitkide yuvarlak hayvanda kare Ö4: Hücrelerin içindeki maddeler farklıdır
				Açıklama yok	Ö2, Ö3, Ö5, Ö9, Ö10, Ö13, Ö16, Ö23	8	-
	Hatalı karşılaştırma	Ö3, Ö14	2	Açıklama yok			
	Boş	Ö6, Ö21	2				-
Görev	Doğru karşılaştırma	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö17, Ö18, Ö22, Ö23	12	Doğru gerekçe	Ö5, Ö7, Ö17	3	Ö7: İkisi de canlıda aynı görevleri yapmaktadır.
				Kısmen doğru gerekçe	Ö1, Ö4, Ö8, Ö10, Ö12, Ö18, Ö22	7	Ö18: Ayrıdır, çünkü koful mesela ikisinde de bulunur.
				Açıklama yok	Ö2, Ö23	2	-
	Hatalı karşılaştırma	Ö3, Ö16	2	Açıklama yok	Ö3, Ö16	2	-
	Boş	Ö6, Ö13, Ö14, Ö21	4				-

Tablo 76'ya bakıldığında, öğrencilerin büyük kısmının hem şekil hem de görev açısından hücreleri doğru şekilde karşılaştırdıkları görülmektedir. Ancak cevaplarının gerekçesini açıklayabilen öğrenci sayısı oldukça sınırlıdır. Bununla beraber hem şekil hem de görev ölçütlerinde iki öğrencinin hatalı karşılaştırma yaptığı belirlenmiştir. Öğrencilere yöneltilen soruda direkt bitki ya da hayvan denilmemiş onlardan tüm canlılar kavramını fark ederek canlıları sınıflandırmaları beklenmiştir. Bu noktada öğrencilerin karşılaştırmaları doğru yapmaları bu sınıflandırmayı yapabildiklerini gösterirken hatalı karşılaştırma yapanların bu durumu fark edemedikleri söylenebilir. Ancak bu ayrımı yapabilseler dahi bunun gerekçesini ya sınırlı şekilde açıkladıkları ya da açıklamadıkları görülmektedir. Bu doğrultuda, öğrencilerden mevcut bilgilerini kullanarak cevaplarını gerekçelendirmeleri istendiğinde zorluk yaşadıkları (Ormancı vd., 2020) ve kaçındıkları söylenebilir. Hücreleri şekil açısından doğru karşılaştırmasına rağmen iki öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu tespit edilmiştir. Bu öğrencilerden biri bitki ve hayvan hücrelerinin şekillerini karıştırırken diğeri farklı organeller içermelerini gerekçe olarak öne sürmüştür. Bitki ve hayvan hücrelerinin farklı organeller içermeleri ve organellerin farklı görevlerinin olması nedeniyle bu öğrencinin farklılaşan organellerin özelliğini genelleyerek hücreye yansıttığı düşünülmektedir. Bu öğrencinin organelle ait bir özelliği aşırı genelleme sonucu tüm canlı hücrelerine atfederek (Ulusoy & Çakıroğlu, 2017) hata yaptığı söylenebilir.

Önemli benzerliklerin ve farklılıkların belirlenmesine yönelik etkinlik tasarlanan diğer etkinlik mitoz ve mayoz bölünmelerin karşılaştırılması konusunda yürütülmüştür. Pilot uygulamada bu kavramların karşılaştırılmasına yönelik yürütülen çalışmada öğrencilere kriterin ne olduğu anlatılarak kriterleri de kendilerinin belirleyerek bölünmeleri karşılaştırmaları istenmiştir. Ancak,

öğrencilerin kriter belirleyemedikleri dolayısıyla karşılaştırma yapamadıkları görülmüştür. Bu sebeple bu uygulamada öğrencilere kriterler verilerek ve bu kriterleri göz önünde bulundurarak mitoz ve mayoz bölünmeyi karşılaştırmaları beklenmiştir. Karşılaştırma tablosu şeklinde hazırlanan materyalden elde edilen bulgular Tablo 77’de sunulmuştur.

Tablo 77. Öğrencilerin Mitoz ve Mayoz Bölünmenin Benzerlikleri ve Farklılıklarını Belirleme Durumları

Kriter	Kategori	Öğrenci kodları	f	Bölünme	Örnek cevap
Görüldüğü yer	Doğru karşılaştırma	Ö1-Ö13, Ö16-Ö19, Ö21, Ö22	19	Mitoz B.	Ö1: Tek ve çok hücreli canlılarda
				Mayoz B.	Ö1: Çok hücreli canlılarda
	Kısmen doğru karşılaştırma	Ö23	1	Mitoz B.	Ö23: Tek hücreli canlılar
				Mayoz B.	Ö23: Çok hücreli canlılar
	Boş	Ö15	1	Mitoz B.	-
				Mayoz B.	
Oluşan hücre sayısı	Doğru karşılaştırma	Ö1-Ö13, Ö15-Ö19, Ö21-Ö23	21	Mitoz B.	Ö11: 2
				Mayoz B.	Ö11: 4
Genetik yapı	Doğru karşılaştırma	Ö1, Ö2, Ö4-Ö13, Ö15-Ö19, Ö21-Ö23	20	Mitoz B.	Ö18: Ana hücreye benzer.
				Mayoz B.	Ö18: Ana hücreye benzemez, farklıdır.
	Boş	Ö3	1	Mitoz B.	-
				Mayoz B.	
Kromozom sayısı	Doğru karşılaştırma	Ö3, Ö5-Ö7, Ö9-Ö11, Ö13, Ö16, Ö17, Ö19, Ö22, Ö23	13	Mitoz B.	Ö17: Aynısıdır, 46.
				Mayoz B.	Ö17: Yarıya düşer, 23.
	Kısmen doğru karşılaştırma	Ö8, Ö12, Ö15, Ö18, Ö21	5	Mitoz B.	Ö12: Değişmez.
				Mayoz B.	Ö12: Değişir.
	Hatalı karşılaştırma	Ö1, Ö2, Ö4	3	Mitoz B.	Ö4: 46
				Mayoz B.	Ö4: 46
Aşama sayısı	Doğru karşılaştırma	Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9-Ö12, Ö15-Ö19, Ö21, Ö22	15	Mitoz B.	Ö22: 1 aşama
				Mayoz B.	Ö22: 2 aşama
	Hatalı karşılaştırma	Ö1, Ö3, Ö5, Ö8, Ö13	5	Mitoz B.	Ö3: 6 aşama
				Mayoz B.	Ö3: 7 aşama
	Boş	Ö23	1	Mitoz B.	-
				Mayoz B.	
Parça değişimi	Doğru karşılaştırma	Ö1-Ö4, Ö6-Ö8, Ö10-Ö13, Ö15-Ö19, Ö20	17	Mitoz B.	Ö16: Yoktur
				Mayoz B.	Ö16: Vardır
	Hatalı karşılaştırma	Ö9	1	Mitoz B.	Ö9: Olur
				Mayoz B.	Ö9: Olmaz
	Boş	Ö5, Ö22, Ö23	3	Mitoz B.	-
				Mayoz B.	
Kalıtsal çeşitlilik	Doğru karşılaştırma	Ö1-Ö4, Ö8, Ö10-Ö13, Ö16-Ö18, Ö21	13	Mitoz B.	Ö21: Yoktur
				Mayoz B.	Ö21: Vardır
	Hatalı karşılaştırma	Ö5-Ö7, Ö9, Ö19	5	Mitoz B.	Ö5: Olur
				Mayoz B.	Ö5: Olmaz
	Boş	Ö15, Ö22, Ö23	3	Mitoz B.	-
				Mayoz B.	

Tablo 77'nin devamı

Kriter	Kategori	Öğrenci kodları	f	Bölünme	Örnek cevap
Bölünme amacı	Doğru karşılaştırma	Ö7, Ö8, Ö11, Ö16-Ö18	6	Mitoz B.	Ö7: Büyüme, hasarlı doku onarımı, çoğalma
				Mayoz B.	Ö7: Üreme
	Kısmen doğru karşılaştırma	Ö1-Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö19, Ö21	12	Mitoz B.	Ö19: Çoğalmak
				Mayoz B.	Ö19: Üremek
	Boş	Ö15, Ö22, Ö23	3	Mitoz B.	-
				Mayoz B.	

Mitoz ve mayoz bölünmelerin öğretim tasarımı benzer yollar izlenmiştir. Öğrenciler önce kavramların özelliklerini belirlemişler ve sınıf tartışmalarıyla özellikler üzerine konuşulmuştur. Bölünmelerin aşamalarını içeren bilgi kartlarına gruplar beraber çalışmışlardır. Her grup bölünmelerin modellerini hazırlamış ve sınıfa sunmuştur. İki konuya yönelik çeşitli etkinlikler yürütüldükten sonra bu kavramların karşılaştırılması için bir tablo sunulmuş ve kriterin ne olduğu açıklanmıştır. Mitoz ve mayoz bölünmenin karşılaştırmalarından elde edilen bulguların yer aldığı Tablo 77 incelendiğinde, bölünme amacı kriteri hariç öğrencilerin çoğunluğunun mitoz ve mayoz bölünme kavramlarını doğru şekilde karşılaştırdıkları görülmektedir. Bölünmenin görüldüğü yer, oluşan hücre sayısı, genetik yapı ve bölünme amacı kriterlerinde öğrencilerin hatalı cevaplarının olmadığı tespit edilmiştir. Sadece bölünme amacı kriterinde eksik şekilde karşılaştırma yapan öğrenci sayısı daha fazladır. Öğrencilerin doğru karşılaştırmalar yapmalarında öğrenme sürecinin tamamında hem bilişsel süreçler geçirmeleri hem de bu süreçleri bir ürüne dönüştürerek öğrenmelerini desteklemelerinin etkili olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, öğretmen öğrencilerin bölünmelere yönelik anlayışlarını geliştirmek için sınıftaki ikiz öğrencileri sıklıkla öğretim sürecine dahil etmiştir. Bu şekilde somut örnek olarak arkadaşlarının kullanılmasının öğrencilerin ilgilerini arttırdığı söylenebilir (Sökmen & Bayram, 2002). Parça değişimi, kalıtsal çeşitlilik, kromozom ve aşama sayısı kriterlerinde ise hatalı karşılaştırma yapan öğrenciler bulunmaktadır. Aşama sayısında hatalı cevap veren öğrencilerin konunun öğretimi için onlara dağıtılan materyaldeki resimlerin numaralarını aşama olarak düşündüklerine inanılmaktadır. Mitoz bölünmenin öğretimi için 6, mayoz bölünmenin öğretimi için 7 hücre resmi kullanılmıştır. Öğrencilerin bu numaraları aşama olarak düşünerek cevap vermeleri materyalden kaynaklı bir yanılgı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, kromozom sayısı, parça değişimi ve kalıtsal çeşitlilik olup olmaması kriterlerini hatalı karşılaştırdıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin bu kriterlere yönelik hata yapmaları sık karşılaşılan bir durumdur. Kavramları tam yapılandıramayan öğrenciler kavramların özelliklerini birbirlerine atfederler. Mayoz bölünmede kromozom sayısının 46 olarak ifade edilmesi ile parça değişimi ve kalıtsal çeşitliliğin olma durumunun ters şekilde belirtilmesi bu hataya örnek olarak gösterilebilir. Bu durumun mitoz ve mayoz bölünme konularına yönelik kavramsal anlamalarının yetersizliğinden kaynaklandığı ifade edilmektedir (Alkan vd., 2016; Bozdağ & Ok, 2018; Chattopadhyay, 2012; Sesli

& Kara, 2012; Ünlü, 2015). Bu öğrencilerin bitki ve hayvan hücresi konularını tam kavrayamamaları sebebiyle bu kavramları karşılaştırırken bazı kriterlerde hata yaptıkları söylenebilir.

Önemli benzerlikleri ve farklılıkları stratejisine yönelik yürütülen bir sonraki etkinlik Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde elementler konusunda tasarlanmıştır. İlk 18 ve yaygın kullanılan elementlerin sembolleri ve kullanım alanlarının yer aldığı bilgi kartları öğrencilere dağıtılarak ikili grup halinde çalışmaları istenmiştir. Öğrencilere 10-12 dakika süre verildikten sonra benzer alanda kullanılan elementleri belirlemişler ve bu alanlara ortak bir ad vermişlerdir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 78’de sunulmuştur.

Tablo 78. Öğrencilerin Elementlerin Benzer Kullanım Alanları Belirleme Durumları

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Yüksek	Ö4, Ö7, Ö8, Ö19	4	Ö4: Tarım, cam yapımı, tıp, elektrik, aydınlatma, sanayi, patlayıcı, eczacılık, yakıt
Orta	Ö1, Ö2, Ö11, Ö13, Ö16-Ö18, Ö20	8	Ö13: Tarım, cam yapımı, tıp, kuyumculuk
Düşük	Ö4, Ö5, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö21-Ö23	9	Ö21: Tarım, tıp
Benzerlik kurmama	Ö3, Ö15	2	-

Tablo 78 incelendiğinde öğrencilerin büyük kısmının düşük ve orta düzeyde benzerlik kurabildiği görülmektedir. Yüksek düzeyde dört öğrenci benzerlik kurabilirken iki öğrenci ise benzerlik kuramamıştır. Bu noktada, öğrencilerin benzerlikleri belirlemede kısmen yeterli olduğu söylenebilir. Öğrencilere örnek olması amacıyla üç kategori (tarımda kullanılan elementler, camın yapısında bulunan elementler, tıpta kullanılan elementler) adı verilmiştir. Cevaplar incelendiğinde bazı öğrencilerin bu kategorilere bir ya da iki tane ek kategori ekleyebildikleri bazılarının ise mevcut kategorileri boş bıraktıkları belirlenmiştir. Pilot uygulamada öğrenciler bilgi kartları üzerine çalıştıktan sonra “Ben Kimim?” oyununu oynamışlar sonra ortak kullanım alanlarını belirlemişlerdir. Oyunda, öğrenciler karşılıklı tek sıra halinde dizilirler. Bir sıranın başındaki öğrenci bir element seçer, karşıdaki öğrenci çeşitli sorular sorarak diğer öğrencinin hangi elementi seçtiğini bulmaya çalışır. Ancak, öğrencilerin oyunun eğlence kısmına odaklanarak benzerlikleri belirleme etkinliğini tamamlamadıkları ve çoğunlukla boş bıraktıkları görülmüştür. Bu nedenle, ortak kullanım alanlarını belirleme ile oyunun yeri değiştirilmiştir. Elementlerin kullanım alanlarını ve sembollerini öğrenmek öğrencilerin zorlandığı ve genellikle ezberlemeyi tercih ettiği konulardan biridir (Demir & Bayraktar, 2021). Ortak kullanım alanlarının belirlenmesi için yürütülen etkinlikte öğrencilerin deneyim kazanarak öğrenmeleri amaçlanmış ancak yine de öğrencilerin kullanım alanlarını belirlemede zorlandıkları görülmüştür. Bilgi kartlarının incelenmesi için verilen sürenin yeterli olmaması, element sayısının fazla olması gibi etmenler öğrencilerin tüm bilgileri organize edememelerine sebep olarak benzerlik kurmalarını engellemiş olabilir.

Saf maddeler konusunda yer alan element ve bileşik kavramlarının benzer ve farklı özelliklerini öğrenciler belirlemeleri istenmiştir. Öğrenciler bir durumun ortak noktalarını ya da farklı yönlerinin belirlenmesi için ölçüt geliştirilmesi gerektiğinin farkında oldukları için kriter verilmemiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 79’da sunulmuştur.

Tablo 79. Öğrencilerin Element ve Bileşiklerin Benzer ve Farklı Özelliklerini Belirleme Durumları

Özellik	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Benzer	Doğru	Ö1-Ö23	23	Ö10: Element ve bileşik saf maddedir, ikisi de atomlardan oluşmuştur.
	Doğru	Ö1, Ö2, Ö7, Ö11-Ö14, Ö16, Ö17, Ö19, Ö21	11	Ö14: Element, aynı cins atomlardan oluşur, bileşik farklı cins atomlardan oluşur. Element sembollerle gösterilir, bileşikler formüllerle.
Farklı	Kısmen doğru	Ö4, Ö5, Ö8, Ö10, Ö18, Ö20	6	Ö10: Element, aynı cins atomlardan oluşur. Bileşik, farklı cins atomlardan oluşur.
	Karşılaştırma yok	Ö3, Ö6, Ö9, Ö15, Ö22, Ö23	6	Ö22: Aynı cins atomlardan oluşur, yapısı aynıdır.

Tablo 79’a bakıldığında, öğrencilerin tamamının element ve bileşik kavramlarının benzer özelliklerini belirleyebildiği görülmektedir. Öğrencilerin farklı özellikleri belirleme durumları incelendiğinde ise 11 öğrencinin doğru şekilde, altı öğrencinin ise eksik şekilde belirlediği tüm farkları ifade etmediği tespit edilmiştir. Altı öğrencinin herhangi bir karşılaştırma yapmadığı elementin ya da bileşiğin özelliklerini yazdıkları belirlenmiştir. Kısmen doğru şekilde farklılıkları belirleyebilen öğrencilerin sembol ve formülleri ifade edemediği belirlenmiştir. Bu noktada öğrencilerin element ve bileşiklerin atomik yapılarını kavradıkları söylenebilir. Literatürde yer alan çalışmalarda öğrencilerin bu kavramları yapılandırmada problemler yaşadıkları yer almaktadır (Canbazoglu, Demirelli & Kavak, 2010; Ecevit & Özdemir-Şimşek, 2017; Sökmen & Bayram, 2002). Bu çalışmada ise öğrencilerin bu tür problem yaşamamasında öğretmenin element ve bileşikleri anlatırken ikiz öğrencileri kullanarak model oluşturmalarının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Uygulama sınıfında birer kız ve erkek ikiz öğrenci bulunmaktadır. Bileşik kavramının tanımı analiz edildikten sonra öğretmen ikiz öğrencileri tahtaya çıkarmıştır. Öğrencilerden kız ikizleri yan yana erkek ikizleri yan yana koyduğunda element olduklarını bir kız bir erkek karşılıklı koyduğunda ise bileşik olduklarını ifade etmiştir. Soyut kavramların onların yaşantılarından uygun modellerle desteklenmesinin öğrenmelerini kolaylaştırdığı (Sökmen & Bayram, 2002) ve hatırlamayı artırdığı söylenebilir.

Bu stratejiye yönelik yürütülen bir sonraki etkinlikte öğrencilerden saf madde ve karışımların farklı özelliklerini belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin iki durumu karşılaştırmak için ölçüt belirlemeleri gerektiğinin farkında olmaları sebebiyle bu etkinlikte de öğrencilere kriter verilmemiştir. Öğrencilerin zihinlerinde ölçütler belirleyerek kavramlar arasındaki farkları

belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin ilgili kavramların farklı özelliklerini belirleme durumu Tablo 80’de yer almaktadır.

Tablo 80. Öğrencilerin Saf Madde ve Karışımların Farklı Özelliklerini Belirleme Durumları

Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Kısmen doğru	Ö2, Ö4-Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö20	13	Ö16: Karışımların içinde birden fazla madde vardır, ama saf maddelerde yok. Karışımlar göz kararı olur ama saf maddelerin belli bir miktarı vardır.
Karşılaştırma yok	Ö1, Ö3, Ö11, Ö13, Ö15, Ö19, Ö21, Ö22	8	Ö19: Gösterilişi, oluştuğu element sayısı farklıdır.
Boş	Ö23	1	-

Öğrencilerin cevaplarına bakıldığında, farklı özelliklerin tamamını doğru şekilde belirleyebilen öğrenci bulunmadığı görülmektedir. 13 öğrencinin kısmen doğru kategorisinde bulunduğu, sekiz öğrencinin ise herhangi bir karşılaştırma yapmadan sadece özellik yazdığı belirlenmiştir. Öğrencilerin karşılaştırma yaparken tüm etkinlik süreçlerini özellikle iki konunun da ilk etkinliği olan kavramların tanımlarının analizinde belirlenen özellikleri hatırlamaları beklenmekteydi. Öğrenciler buradaki özellikleri hatırlayabilselerdi kriterlerini de belirlemiş olacaktı. Öğrencilerin özelliklerin tamamını hatırlamamalarına rağmen hatalı karşılaştırma yapmamaları da kavramları tam kavrayamadıklarını göstermektedir. Tam kavrayamama durumunun tam doğru karşılaştırma yapamamalarına sebep olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu konuların öğretimi ardışık gerçekleştirilmiştir ancak araya zaman (ara tatil) girmiştir. Öğrencilerin bu iki kavramı karşılaştırmada yetersiz kalmalarında zaman faktörünün etkili olduğu söylenebilir.

Önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme stratejisine yönelik yürütülen son etkinlikte öğrencilere geri dönüşüm ve yeniden kullanma kavramları verilmiştir. Bu etkinlikte de öğrencilere kriter verilmemiştir. Öğrencilerin bu kavramın benzer ve farklı özelliklerini belirleme durumları Tablo 81’de sunulmuştur.

Tablo 81. Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanma Kavramlarının Benzer ve Farklı Özelliklerini Belirleme

Özellik	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Benzer	Doğru	Ö2, Ö4-Ö8, Ö10, Ö14, Ö16, Ö18	10	Ö2: Çevre kirliliği azalır, tasarruf sağlanır, hammadde kullanımı azalır.
	Kısmen doğru	Ö1, Ö11, Ö12, Ö17, Ö21, Ö22	6	Ö17: Bir şey iki defa kullanılmış olur. İkisi de ülkelerin gelişmişlik düzeyini artırır.
	Benzerlik yok	Ö3, Ö13, Ö15, Ö20, Ö23	5	Ö3: Bir yoğurt kabına su doldurup kediler su içebilir.
Farklı	Doğru	Ö4, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17	5	Ö12: Geri dönüşüm fabrikada olur, atılan maddenin alanında yeni madde oluşur. Geri dönüşüme biz katkı sağlarız. Yeniden kullanma ise fabrikaya uğramadan yeni madde oluşur, bir maddeden birçok şey yapılabilir. Yeniden kullanmayı kişiler yapar.

Tablo 81'in devamı

Özellik	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
	Kısmen doğru	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15, Ö18, Ö20	11	Ö7: Geri dönüşüm için belli işlemler gerekir.
	Karşılaştırma yok	Ö3, Ö6, Ö21-Ö23	5	Ö21: Bir şeyi geri döndürmek için başka şeyler yapabiliriz.

Tablo 81 ortak benzer özellikler açısından incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun doğru şekilde belirleyebildiği, bir kısmının ise eksik de olsa benzerlikleri ifade edebildiği farklı özellikler açısından bakıldığında ise öğrencilerin büyük kısmının eksik olarak farklılıkları belirleyebildiği görülmektedir. Beşer öğrencinin ise herhangi bir benzerlik ve farklılık belirtmeden sadece geri dönüşüm ya da yeniden kullanmaya ait özellikleri yazdığı tespit edilmiştir. Geri dönüşüm ve yeniden kullanma kavramlarına yönelik sınıf içi etkinliklerinde her iki kavramın katkılarını farklı etkinliklerde (gazete haberi, bilgi kartları, poster hazırlama, beyin fırtınası) keşfederken düşün-eşleş-paylaş ve grup çalışmalarında ortak çalışmalar yürütüp edinimlerini sosyal öğrenmeyle yapılandırmışlardır. Bu noktada öğrencilerin hatalı yanıt vermemeleri yürütülen etkinliklerin etkili olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin geri dönüşümün katkılarını daha önce ekonomik faydayla daha fazla ilişkilendirdikleri belirlenmişti (bakınız Tablo 49; görüş geliştirme etkinliği). Ancak ders süreci ilerledikçe yürütülen diğer etkinlikler sayesinde (poster hazırlama, sınıf tartışmaları) ve yeniden kullanma kavramının da öğrenilmesiyle öğrencilerin ortak noktalarda farklı faydaları da cevaplarına ekledikleri görülmüştür. Bununla birlikte farklılıkları belirlerken öğrencilerin geri dönüşümün ve yeniden kullanmanın temel farklılığını ifade etme eğiliminde oldukları diğer farklılıkları belirleyemedikleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yürütülen uygulamaların öğrencilerin ortak noktalar oluşturmalarını daha fazla desteklediği söylenebilir.

Önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme stratejisi (S29) öğrencilerin benzer ve farklı şeyleri fark edebilmeye duyarlı hale gelmesiyle ilişkilidir (Paul vd., 1990). Öğrencilerin benzerlikleri belirleme durumlarına bakıldığında elementlerin kullanım alanları konusunda düşük düzeyde (Tablo 77) olmalarına rağmen elementler ve bileşikler (Tablo 79) ile geri dönüşüm ve yeniden kullanma (Tablo 81) kavramlarının benzer noktalarını doğru şekilde belirleyebildikleri görülmüştür. Öğrencilerin farklılıkları belirleme durumu incelendiğinde ise çoğunlukla doğru şekilde karşılaştırma yaptıkları (Tablo 75, 76, 77 ve 79), diğer etkinliklerde kısmen doğru şekilde belirleyebildikleri (Tablo 80 ve 81) tespit edilmiştir. Benzerlik ve farklılıkları belirleme öğrenmeyi başlatan zihinsel becerilerden birisidir (Marzano, Pickering, & Pollock, 2001). Öğrenciler yapılan karşılaştırmaların amacının farkına vardığında kavramsal olarak gelişirler (Duman & Bay, 2022; Paul vd., 1990). Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesindeki etkinliklerde hatalı benzerlik ve farklılık belirleyen öğrenci bulunmamaktadır. Bu durum öğrencilerin süreç ilerledikçe benzerlikleri ve farklılıkları belirleme durumlarının geliştiği (Turan, 2021) ve kavramsal anlamalarının da yeterli

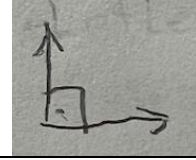
olduğunu göstermektedir (Gök, 2018). Bununla birlikte, elementlerin ortak kullanım alanlarını belirleme etkinliğinden (Tablo 78) itibaren öğrenciler benzerlikleri ve farklılıkları ölçütler olmadan tespit etmişlerdir. Öğrencilerin belirtilen konuda orta ve düşük düzeyde benzer noktaları belirlemesinin onların ilgili konuda yeterli kavramsal yapılarının oluşmamasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Elementlerin sembolleri ve kullanım alanlarını öğrencilerin öğrenmekte zorlandıkları konuların başında (Demir & Bayraktar, 2021) gelmesiyle birlikte kullanılan yürütülen etkinliklerin öğrenmeyi kolaylaştırmadığı görülmektedir. Bu konuya yönelik tasarlanan ilk etkinlik pilot çalışmada denenmiş ve istenilen sonuç elde edilmeyince değişiklik yapılmıştır. Ancak, öğrencilerin çok fazla sayıda elementi öğrenmeleri için sınırlı sürelerinin olmasının ve ölçütler olmadan etkinliği tamamlamaya çalışmalarının zorluk yaşamalarına sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, uygulama sonrasında öğrencilerle yürütülen görüşmelerde de öğrenemedikleri konu olarak elementlerin ortak kullanım alanlarını ifade etmeleri de (Ö4, Ö7) zorlandıklarını kanıtlamaktadır. Benzer şekilde kriter verilmeden yürütülen farklılıkları belirleme etkinliklerinde (Tablo 79 hariç) öğrenciler kısmen doğru karşılaştırmalar yapmışlardır. Bu noktada, öğrencilerin karşılaştırma yaparken düşünce süreçlerini organize edemedikleri karşılaştırma için kavramlara ait ilgili özellikleri seçerken güçlük çektikleri söylenebilir. Benzerlikleri ve farklılıkları belirlemeye yönelik yürütülen etkinliklerde öğrencilerin deneyimlerinin dışına çıkıldığında uyum sağlayamadıkları ve düşünme rutinlerini kullanamadıkları söylenebilir. Ölçüt verilmeden öğrencilerin doğru benzerlikler kurdukları (Tablo 79; elementler ve bileşikler, Tablo 81; geri dönüşüm ve yeniden kullanma) ve doğru karşılaştırmalar yaptıkları (Tablo 79; elementler ve bileşikler) etkinlikler de bulunmaktadır. Bu konulara yönelik yürütülen etkinliklerde kritik modellere yer verilmesinin (örneğin, ikizlerin kullanılması) ve birden fazla materyalin aktif düşünme süreçleri içermesinin öğrencilerin bu kavramları yapılandırmalarını kolaylaştırdığı ve benzerlik ve farklılıkları belirlerken ilgili özellikleri seçmede yardımcı olduğu söylenebilir (Marzano vd., 2000).

4. 3. 8. Öğrencilerin İlgili Olmayan Olgulardan İlgili Olanları Ayırt Etme Stratejisini (S31) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

İlgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme stratejisi için yürütülen etkinlikler, konuya yönelik kavramsal bilgi edinildikten sonra öğrencilerin karışık olarak verilen örneklerden istenileni tespit etmesi ya da günlük yaşantılarından örnekler vermesine yönelik planlanmıştır. Bu noktada bu stratejiye yönelik yürütülen ilk etkinlik Kuvvet ve Enerji ünitesindeki iş konusunda tasarlanmıştır. Öğrenciler fiziksel iş kavramını öğrendikten sonra günlük yaşantılarından hatalı iş örneklerini ayırt etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 82’de sunulmuştur.

Tablo 82. Öğrencilerin Günlük Yaşantılarındaki Hatalı İş Örneklerini Ayırt Etme Durumları

Kategoriler	Öğrenci kodları	f	Gerekçe	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
			Doğru gerekçe	Ö2, Ö7, Ö8, Ö12, Ö15-Ö19, Ö21	10	Ö7: Yemek getiren garson; kuvvet ve hareket aynı doğrultuda olmadığı için iş yoktur.
Doğru örnek	Ö1-Ö12, Ö14-Ö19, Ö21	19	Kısmen doğru gerekçe	Ö3, Ö11	2	Ö3: Çanta taşımak
			Açıklama yok	Ö1, Ö4-Ö6, Ö9, Ö10, Ö14	7	
Hatalı örnek	Ö13	1	Açıklama yok	Ö13	1	
Boş	Ö22, Ö23	2	-			



Fiziksel iş kavramının öğretimine günlük dilde kullanılan iş kavramına vurgu yapılarak başlanmış ve öğrencilerden iş örnekleri istenmiştir. Fiziksel işin tanımı analiz edilip kritik özellikler belirlendikten sonra öğrenciler bilimsel örnekler sunmuşlardır (bakınız Tablo 36). Sınıf içi konuşmalarla örnekler hakkında karar verildikten sonra farklı örnekler içeren yapılandırılmış gridi incelemeleri ve kuvvet ve hareket yönünü belirlemeleri istenmiştir. Öğrenciler düşün-eşleş-paylaş etkinliği ile cevaplarını birbirleriyle paylaşmışlardır. Sınıf tartışmalarıyla griddeki örnekler değerlendirilmiştir. Fiziksel işle ilgili bu son etkinlikte de günlük yaşantılarında yer alan hatalı iş örneklerini tespit etmeleri ve neden yanlış olduğunu açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarının yer aldığı Tablo 82 incelendiğinde, öğrencilerin çoğunluğunun doğru şekilde günlük hayatta kullanılan hatalı iş örneklerini ifade edebildikleri görülmektedir. Ancak, cevabının gerekçesini açıklamayan öğrenci sayısı da oldukça fazladır. Günlük yaşantıda hatalı kullanımdan kaynaklı iş olarak ifade edilen davranışların öğrenciler tarafından doğru şekilde ayırt edilmesinin fiziksel iş konusunun öğretiminin etkililiğine işaret etmektedir. Süreçte örneklerin sürekli değerlendirilmesinin ve kuvvet ve hareket yönünden değerlendirilmesinin öğrencilerin fiziksel iş kavramını yapılandırmalarını ve ilişkisiz/hatalı örnekleri doğru şekilde ayırt etmelerini desteklediği söylenebilir. Sınıf içi gözlemlerde öğrencilerin öğretimden önce ve sonra verdikleri örneklerin farklılaşması da bu durumu desteklemektedir. Örneğin, Ö1 kodlu öğrencinin konunun öğretiminden önceki örneği *ödev yapmak* iken, öğretimden sonra *ip sallamak* olmuştur. Bununla beraber bir öğrencinin, doğru bir örneği (salıncakta sallanmak) hatalı örnek olarak sunduğu belirlenmiştir. Bu öğrenci için salıncığın harekete geçmesi için kuvvet gerektiğini dikkat etmediği sadece salıncığın ileri geri hareketini göz önünde bulundurduğu söylenebilir. İş kavramının ikili anlama sahip olması öğrencilerin kavramı hatalı kullanmalarına sebep olmaktadır (Buyruk & Korkmaz, 2016; Görecekbaybars, 2018; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Bu noktada bu öğrencinin günlük yaşantısındaki iş kavramına yönelik anlamalarının aktif öğrenme süreçleriyle değiştirilemeyecek kadar güçlü olduğu söylenebilir (Adadan, 2014; Çavdar vd., 2017; Özmen, 2011).

Bu stratejiye yönelik yürütülen diğer etkinlikte öğrencilerden kinetik ve potansiyel enerji kavramlarına günlük yaşantılarından örnek vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 83'te sunulmuştur.

Tablo 83. Öğrencilerin Günlük Yaşantılarındaki Kinetik ve Potansiyel Enerji Örneklerini Ayırt Etme Durumları

Tür	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Kinetik enerji	Doğru örnek	Ö1-Ö4, Ö6-Ö10, Ö12, Ö13, Ö16-Ö22	18	Ö9: Bisiklet sürmek
	Alternatif kavrama içeren örnek	Ö5, Ö11, Ö14	3	Ö5, Ö11: Yemek yeme Ö14: Tır daha <i>ağırdır</i> kinetik enerji daha fazladır
	Boş	Ö15, Ö23	2	-
Potansiyel enerji	Doğru örnek	Ö1-Ö9, Ö11, Ö13, Ö16, Ö17, Ö19-Ö21	16	Ö20: Havada olan uçak
	Hatalı örnek	Ö10, Ö12, Ö14, Ö18, Ö22	5	Ö18: Bir kalemin yerde durması
	Boş	Ö15, Ö23	2	-

Kinetik ve potansiyel enerji kavramlarının öğretimine enerji kavramıyla başlanmıştır. Öğrenciler enerji kavramını çoğunlukla kişinin enerjik olmasıyla ilişkilendirerek enerji kazanmak için beslenmek gerektiğini belirtmişlerdir. Beyin fırtınasıyla öğrencilerin görüşleri alındıktan sonra enerji, kinetik enerji ve potansiyel enerji kavramlarının tanımları analiz edilerek kritik özellikler belirlenmiştir. Daha sonra iki kavrama yönelik enerjilerin bağlı olduğu faktörlerin belirlenmesi amacıyla TGA etkinlikleri yürütülmüştür. Öğrenciler bu etkinlikleri tamamladıktan sonra yapılandırılmış griddeki örnekler üzerine çalışmışlardır. Öğrenciler cevaplarını düşün-eşleş-paylaş ile arkadaşlarıyla paylaşıp değerlendirirken sonra sınıf tartışmalarıyla örnekler üzerinde son karara varılmıştır. Bu konuya yönelik son etkinlikte öğrencilerden günlük yaşantılarından örnekler vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulguların yer aldığı Tablo 83 incelendiğinde hem kinetik hem de potansiyel enerjiye yönelik doğru örnek veren öğrencilerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, yürütülen çoklu etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirerek yaşantılarındaki doğru kinetik enerji örneklerini ayırt etmelerini desteklediği söylenebilir (Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019). Kinetik enerji için alternatif kavrama içeren örnek belirten iki öğrenci *yemek yeme* örneğini vermişlerdir. Bu öğrenciler ders içi gözlemlerde yemek yemeyi vücudun enerji alması ve daha hareketli olmasıyla ilişkilendirmişlerdir (Töman & Odabaşı-Çimer, 2011). Ayrıca bir öğrencinin cevabı ise kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik alternatif kavrama içermektedir. Kütle ve ağırlık kavramlarının günlük yaşantıda birbirlerinin yerine kullanılması (Cerrah-Özsevgeç vd., 2019; Duman & Avcı, 2014; Rosli & Nasir, 2017; Yağbasan & Gülçiçek, 2003) öğrencinin hatalı cevap vermesine sebep olmuştur. Potansiyel enerjiye yönelik altı öğrenci hatalı örnek vermiştir. Hatalı örnekler sunan öğrencilerin verdikleri örneklerde yükseklik faktörünü göz ardı ettikleri belirlenmiştir. Bu öğrencilerin yerde duran cisimlerin yüksekliği olmamasına rağmen potansiyel enerjiye sahip oldukları şeklinde hatalı bir

düşünceye sahip oldukları ve bunu fark edemedikleri için ayırt etmede hata yaptıkları söylenebilir (Turan, 2021).

İlgi olmayan olgulardan ilgili olguları ayırt etme stratejisi için yürütülen diğer etkinlik sürtünme kuvvetinin yüzeye göre nasıl değiştiğinin ayırt edilmesine yönelik planlanmıştır. Öğrencilere az pürüzlü ve pürüzsüz yüzeylerden hangisinde sürtünme kuvvetinin daha az olduğu sorulmuştur ve öğrencilerden sürtünme kuvvetinin az olduğu bir yüzey örneği vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin soruya verdikleri cevap ve yüzey örnekleri Tablo 84’te sunulmuştur.

Tablo 84. Öğrencilerin Sürtünme Kuvveti Yüzey İlişkisini Ayırt Etme Durumları

D/Y	Seçenek		Sürtünme kuvvetinin az olduğu yüzey örneği			
	Öğrenci kodları	f	Kategoriler	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru seçenek	Ö1-Ö19, Ö22, Ö23	21	Doğru örnek	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11-Ö19	18	Ö1, Ö19: Buz Ö3, Ö4, Ö12, Ö13: Mermer
			Hatalı örnek	Ö6	1	Ö6: Taşlı yol
			Boş	Ö22, Ö23	2	-
Yanlış seçenek	-	-			-	

Tablo 84 incelendiğinde öğrencilerin tamamının pürüzsüz yüzeyde sürtünme kuvvetinin daha az olduğunu doğru şekilde belirledikleri görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu doğru örnek sunarken, bir öğrenci pürüzsüz yüzeyde sürtünme kuvvetinin daha az olacağını belirtmesine rağmen sürtünmenin fazla olduğu hatalı bir örnek vermiştir. İki öğrenci ise doğru seçeneği işaretlemişler ancak örnek vermemişlerdir. Sürtünme kuvveti kavramı öğrencilerin beşinci sınıfta bilimsel olarak ilk defa karşılaştıkları ama günlük hayatlarında aşına oldukları (Yağbasan & Gülçiçek, 2003) bir kavramdır. Bu sebeple doğru cevap vermeleri beklenen bir durumdur. Bununla beraber, sürtünme kuvvetine başlanmadan önce çeşitli sorularla beyin fırtınası yapılmasının, kavramın analizi ve yönünün çizilmesinin, görsellerin kullanılmasının öğrencilerin kavramaya yönelik doğru anlayışlar geliştirerek (Türkoğuz & Yayla, 2010) doğru örnekleri ayırt etmelerini sağladığı söylenebilir. Ancak bir öğrencinin hatalı cevap vermesinde, öğrencinin sürtünme kuvvetinin hareketi engelleyen bir kuvvet olarak tanımlanmasının etkisinde kalarak sürtünmenin pürüzlü yüzeylerde olduğuna yönelik anlama geliştirdiği söylenebilir (Ramesh, Victor, & Nagaraju, 2020; Yılmaz & İnce-Aka, 2022).

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde bu stratejiye yönelik etkinliklerin yürütüldüğü üç konuda (saf madde, element ve bileşik) aynı görsel öğrencilere dağıtılmıştır. Görselde sıralı olarak bakır, yemek sodası, çay ve incir resimleri yer almakta bu resimlerin altında bu maddelerin atomlarının dağılımını temsil eden modeller bulunmaktadır. Yürütülen ilk etkinlikte, öğrencilere saf madde tanımı verilmiş ve saf maddenin kritik özelliklerinin neler olduğu hakkında konuşulmuştur. Ancak öğrenciler, bir önceki konu olan molekül kavramını öğrenirken element molekülü ve bileşik molekülü kavramlarını ve atomik yapılarını öğrenmişlerdir. Öğrencilerden görselleri inceleyerek saf

ve saf olmayan maddeleri belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin saf maddeleri ayırt etme durumları Tablo 85’te yer almaktadır.

Tablo 85. Öğrencilerin Saf Madde ve Saf Olmayan Maddeleri Ayırt Etme Durumları

Kategoriler	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru ayırt etme	Ö1-Ö23	23	Ö1: Bakır, yemek sodası
Hatalı ayırt etme	-	-	-

Tablo 85 incelendiğinde, öğrencilerin tamamının saf maddeleri doğru şekilde ayırt edebildikleri görülmektedir. Bu noktada, öğrencilerin element ve bileşiklerin atomik yapısına yönelik kavramsal anlamalarını kullanarak saf maddeleri ayırt edebildikleri söylenebilir. Bu kavramların öğretiminde sınıftaki ikiz öğrencileri kullanarak hem elementlerin hem de bileşiklerin düzgün atomik yapıya sahip olduklarının modellenerek anlatılması öğrencilerde hatırlamayı kolaylaştırmış (Sökmen & Bayram, 2002) ve ayırt etmelerine yardımcı olmuştur.

Burada kullanılan görsel bileşikler konusunun başında öğrenciler tarafından tekrar incelendikten sonra öğrencilerden element ve bileşiği ayırt etmeleri ve cevaplarının gerekçelerini yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 86’da sunulmuştur.

Tablo 86. Öğrencilerin Element ve Bileşik Kavramına İlişkin Örnekleri Ayırt Etme Durumları

Tür	Kategori	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap	Gerekçe	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Element	Doğru ayırt etme	Ö2, Ö4, Ö5, Ö7-Ö12, Ö14-Ö23	19	Ö2: Bakır	Doğru gerekçe	Ö2, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14-Ö16, Ö18-Ö21	13	Ö2: Aynı tür atomlardan oluşur.
					Kısmen doğru gerekçe	Ö11	1	Ö11: Moleküller karışmamıştır, bu sebeple elementtir.
					Boş	Ö5, Ö8, Ö17, Ö22, Ö23	5	-
	Hatalı ayırt etme	Ö1, Ö3, Ö6, Ö13	4	Ö6: Bakır, yemek sodası	Doğru gerekçe	Ö1, Ö13	2	Ö13: Aynı atomlardan oluşur.
					Kısmen doğru gerekçe	Ö6	1	Ö6: Molekülleri aynı.
					Boş	Ö3	1	-
Bileşik	Doğru ayırt etme	Ö2, Ö4, Ö7-Ö9, Ö12, Ö14-Ö17, Ö20, Ö23	12	Ö4: Yemek sodası	Doğru gerekçe	Ö2, Ö4, Ö7, Ö9, Ö12, Ö14-Ö16, Ö20	9	Ö4: Farklı tür atomlardan veya moleküllerden oluşur.
					Boş	Ö8, Ö17, Ö23	3	-
	Hatalı ayırt etme	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö10, Ö11, Ö13, Ö18, Ö19, Ö21	10	Ö18: Çay, incir, yemek sodası	Doğru gerekçe	Ö1, Ö6, Ö10, Ö13, Ö19, Ö21	6	Ö10: Farklı cins atomlardan oluşurlar.
					Kısmen doğru gerekçe	Ö11, Ö18	2	Ö18: Aynı atomdan oluşmaz.
					Boş	Ö3, Ö5	2	-
	Boş	Ö22	1	-				

Tablo 86 element için incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun elementi ayırt edebildiği ve cevabını doğru şekilde gerekçelendirebildiği görülmektedir. Element modellerinin tek

renk atomlarla temsil edilmesi öğrenciler tarafından daha kolay belirlenebilmesini sağlamaktadır (Gökulu, 2017). Bakırın hem tek renk atomlarla gösterilmesi hem de elementleri öğrenirken bilgi kartlarında ve kendilerinin hazırladıkları element tişörtlerinde bakıra yer vermelerinin öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağladığı ve ayırt etmelerini desteklediği söylenebilir. Hatalı cevap veren öğrencilerin ise cevaplarına yemek sodasını dahil ettiği görülmektedir. Öğrencilerin hatalı ayırt etmeleri konunun öğretiminde kullanılan bilgi kartlarında ya da hazırlanan element tişörtlerinde yemek sodasının olmadığını fark etmediklerini göstermektedir. Bu iki kavram sıklıkla karıştırılan kavramlar olmakla (Canbazoglu vd., 2010; Ecevit & Özdemir-Şimşek, 2017; Sökmen & Bayram, 2002) birlikte yemek sodasını da cevabına dahil eden öğrencilerin elementlerin atomik yapısını tam anlamadığı düşünülmektedir. Bileşikler konusunu henüz öğrenmedikleri için öğrencilerin elemente yönelik bilgilerinden yola çıkarak yemek sodasının moleküllerinin düzgün ve tek madde gösterimini hatalı yorumladıkları söylenebilir. Bileşikler açısından tabloya bakıldığında ise ayırt edebilen ve ayırt edemeyen öğrencilerin oldukça yakın frekanslarda olduğu görülmektedir. Bileşikler öğrencilerin tespit etmekte zorlandıkları (Gökulu, 2017) ya da modelinin çiziminde daha fazla hata yapılan (Akman & Özdilek, 2018; Meşeci, Tekin, & Karamustafaoğlu, 2013) bir kavramdır. Bu etkinlik bileşikler konusunun başında yapılmış olup öğrencilerin bilgisi bileşiğin ne olduğu ve atomik yapısıyla sınırlıdır ve henüz bileşik örneklerini öğrenmemişlerdir. Doğru cevap veren öğrencilerin büyük çoğunluğunun cevaplarını doğru şekilde gerekçelendirdikleri belirlenmiştir. Hatalı cevap veren öğrencilerin cevapları incelendiğinde ise öğrencilerin bakır hariç farklı maddelere cevaplarında yer verdikleri tespit edilmiştir. Bu noktada öğrencilerin bakır bir element olarak kavradıkları söylenebilir. Hatalı cevap veren öğrencilerin altısı doğru gerekçe sunarken ikisi kısmen doğru gerekçe ifade etmiştir. Her ne kadar öğrenciler doğru gerekçeler sunsalar dahi *bileşiklerin farklı tür atomlardan ya da moleküllerden oluşması* açıklamasını yanlış yorumladıkları düşünülmektedir. Bileşiğin tanımının analizinden sonra yürütülen sınıf konuşmalarında kritik özellik olarak ‘farklı tür atomlar içermesi’ belirlenmiştir. Hatalı cevap veren öğrencilerin hiçbirinin bakır cevaplarına dahil etmemeleri de yanlış düşündüklerini işaret etmektedir. Bakırın tek renk atomlarla gösterilmesi ve diğer maddelerin farklı renk atomlar içermesi (yemek sodası farklı ama düzgün dağılmış atomlarla temsil edilmiştir), öğrencilerin tanımdan yola çıkarak yanlış bir genelleme yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Homojen ve heterojen karışımlar konusundan öğrenciler karışım kavramını öğrenerek karışım örneklerini değerlendirmişlerdir. Daha sonra homojen ve heterojen karışım kavramlarının tanımları analiz edilerek kritik özellikler belirlenmiştir. Salata ve hava örnekleri üzerinden homojen ve heterojen karışım kavramlarına yönelik sınıf konuşmaları yürütülmüş, akabinde öğrencilere 12 (altı homojen – altı heterojen) karışım örneği verilmiştir. Öğrenciler önce kendileri daha sonra düşün-eşleş-paylaş etkinliği ile karışımları homojen ve heterojen olarak ayırt etmişlerdir. Öğrencilerin karışımları ayırt etme durumları Tablo 87’de sunulmuştur.

Tablo 87. Öğrencilerin Homojen ve Heterojen Karışım Örneklerini Ayırt Edebilme Durumları

Kategori	Homojen karışım örnekleri		Heterojen karışım örnekleri	
	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f
Tamamını ayırt etme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10-Ö12, Ö14, Ö16-Ö23	17	Ö1, Ö2, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö18	8
Kısmen ayırt etme	Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö13, Ö15	6	Ö3-Ö6, Ö9, Ö12, Ö15-Ö17, Ö19-Ö23	14
Düşük düzeyde ayırt etme	-	-	Ö13	1

Tablo 87 incelendiğinde öğrencilerin homojen karışım örneklerinin tamamını yüksek düzeyde ayırt edebildikleri görülmektedir. Bu doğrultuda, homojen karışımlara yönelik belirlenen kritik özelliklerin ve hava örneği üzerine yürütülen konuşmaların öğrencilerin homojen karışımları ayırt etmesine yardımcı olduğu söylenebilir. Altı öğrenci kısmen ayırt edebilirken, düşük ayırt edebilen öğrenci bulunmamaktadır. Kısmen ayırt edebilen öğrencilerin zorlandıkları karışımların limonata (Ö3, Ö6, Ö9), madeni para (Ö5, Ö15) ve doğalgaz (Ö6) olduğu tespit edilmiştir. Limonatanın yapımının kişiden kişiye değişmesi sebebiyle öğrencilerin zihinlerinde nasıl bir limonata algısı olduğuna bağlı olarak homojen ya da heterojen olarak değerlendirilmesinde güçlük yaşadıkları düşünülmektedir (Kınık-Topalsan & Özalp, 2022). Benzer şekilde kullandığımız bazı madeni paraların iki renkli (1TL ve 50 kuruş) olması öğrencilerin madeni parayı heterojen olarak değerlendirmesine yol açmış olabilir. Öğrencilerin heterojen karışımları ayırt etme düzeylerine bakıldığında 14 öğrencinin kısmen ayırt edebildiği belirlenmiştir. Sekiz öğrenci heterojen karışımların tamamını ayırt edebilirken Ö13 kodlu öğrenci sadece bir tane karışım ayırt edebilmiştir. Öğrencilerin ayırt etmede zorlandıkları karışım örneklerinin ayran (Ö3-Ö5, Ö9, Ö12, Ö13, Ö15-Ö17, Ö19-Ö22), yumurta akı (Ö5, Ö6, Ö13, Ö15, Ö16, Ö19), çorba (Ö13, Ö22, Ö23), toprak (Ö13, Ö19) ve kuruyemiş (Ö6) olduğu belirlenmiştir. Bu noktada öğrencilerin genellikle tek madde gibi görünen maddeleri (ayran, yumurta akı, toprak) ayırt etmekte güçlük yaşamaktadırlar (Karaer, 2007; Kınık-Topalsan & Özalp, 2022; Meşeci vd., 2013). Bu doğrultuda, heterojen karışımların kritik özelliklerini belirlemenin öğrencilerin ikilem yaratan örnekleri ayırt etmelerinde yeterli olmadığı söylenebilir.

İlgili olmayan olgulara arasından ilgili olanları ayırt etme stratejisine yönelik yürütülen son etkinlik, atık kavramı, atık örnekleri ve geri dönüşüm kavramının kritik noktaları belirlendikten sonra yürütülmüştür. Öğrencilere 11 farklı atık örneği verilerek örnekleri inceleyerek geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmeyen maddeleri ayırt etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 88’de sunulmuştur.

Tablo 88. Öğrencilerin Geri Dönüştürülen ve Geri Dönüştürülmeyen Maddeleri Ayırt Edebilme Durumları

Kategori	Geri dönüştürülen maddeler		Geri dönüştürülmeyen maddeler	
	Öğrenci kodları	f	Öğrenci kodları	f
Tamamını ayırt etme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6-Ö18, Ö20	17	Ö1, Ö2, Ö4-Ö18, Ö20, Ö21	19
Kısmen ayırt etme	Ö3, Ö5, Ö21-Ö23	5	Ö3, Ö22, Ö23	3

Tablo 88'e bakıldığında öğrencilerin büyük kısmının geri dönüştürülebilen ve geri dönüştürülemeyen maddeleri ayırt edebildikleri görülmektedir. Bu doğrultuda, atık ve geri dönüşüm kavramlarının kritik özelliklerini belirlemenin ve sınıf içi konuşmaların öğrencilerin geri dönüştürülebilir örnekleri ayırt etmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Hatalı ayırt etme düzeyinde öğrenci bulunmaması bu durumu desteklemektedir. Geri dönüştürülebilen maddeleri beş öğrenci, geri dönüştürülemeyen maddeleri ise üç öğrenci kısmen ayırt etme düzeyinde belirleyebilmişlerdir. Öğrencilerin geri dönüştürülebilen maddeler arasında ayırt edemedikleri örnekler teneke (Ö5, Ö22, Ö23), cam (Ö3, Ö21), kağıt (Ö3) ve içecek kutusu (Ö5) yer alırken, geri dönüştürülemeyen maddeler arasında ise elma (Ö3, Ö22, Ö23) bulunmaktadır. Cam, kağıt, metal/teneke öğrencilerin genellikle en fazla doğru şekilde belirleyebildikleri geri dönüştürülebilir atık örnekleridir (Atabek-Yiğit, 2015; Çimen & Yılmaz, 2012). Özellikle bu maddelere yönelik çevrelerinde geri dönüşüm kutularının yer almasına rağmen bu örnekleri öğrencilerin geri dönüştürülemeyen maddeler olarak işaretlemeleri şaşırtıcıdır. Organik atıkların kompost haline getirilerek kullanılmasının öğrencilerin hatalı düşüncelerinin sebebi olabilir.

İlgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme stratejisi (S31) öğrencilerin bir konuyla ilişkili olan ve olmayan kavramların/örneklerin farkına varmasıyla ilişkilidir (Paul vd., 1990). Öğrencilerin yürütülen etkinliklerdeki ilgili olguları ayırt etme durumlarına bakıldığında element ve bileşikler konusu hariç (Tablo 86) doğru şekilde ayırt edebildikleri belirlenmiştir. DDÖ yaklaşımının doğası doğrultusunda öğrenciler konuya yönelik içerik bilgilerini onlara sunulan konuyla ilgili ve ilgisiz örnekler arasından ilgili olanları ayırt etme stratejisini kullanarak tespit edebilmişlerdir (Salih, 2014; Swartz, 2012; Wongpairim & Songsermb, 2022). Bu stratejiye yönelik yürütülen etkinliklerin çoğunluğunda öğrenciler ilgili kavramın özelliklerini belirlemişler ve sınıf konuşmalarıyla kritik olana karar vermişlerdir. Bazı konularda öğretmenin farklı örnekler sunarak yönlendirici sorular sormasının (örneğin fiziksel iş kavramı) (Santos, 2017), öğrencilerin gözlemesi için etkinlikler yürütülmesinin (örneğin kinetik ve potansiyel enerji) (Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019), görseller kullanılmasının (örneğin saf ve saf olmayan madde) (Alptekin & Demirci-Güler, 2022; Türkoğuz & Yayla, 2010) öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirerek ilgili örnekleri ayırt etmelerini desteklediği söylenebilir.

İlgisiz olgulardan ilgili olguları ayırt etme stratejisine yönelik yürütülen sadece bir etkinlikte öğrencilerin ayırt etme düzeylerinin yakın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 86). Öğrencilerden element

ve bileşiklerin saf olmayan maddeler arasında ayırt etmeleri istendiğinde öğrencilerin elementi ayırt edebilirken bileşiği ayırt edemediği belirlenmiştir. Bir önceki etkinlikte öğrencilerin tamamının saf olmayan maddeler arasından element ve bileşikleri (saf maddeler) ayırt edebildikleri görülmektedir (Tablo 85). Bir konuyla ilgili olan bir kavram başka bir konuda ilgisiz kavram olabilir. Kavramın sadece ilişkilendirildiği konu içinde ilgili ya da ilgisiz olduğunun ayırt edilmesi önemlidir (Akınoğlu, 2001; Paul vd., 1990). Tablo 86'daki etkinliğe kadar öğrenciler saf madde, bileşik ve element moleküllerini öğrenerek bileşik ve element kavramlarının kritik özelliklerini belirlemiştir. Buna ilave olarak öğrencilerin element örneklerini öğrenmeleri için çeşitli etkinlikler yürütülmüştür. Bu durumda öğrencilerin element konusuna yönelik kavramsal anlamaları bileşik kavramından daha fazladır. Bu doğrultuda, ilgisiz olanlardan ilgili olanları ayırt edebilme durumlarının kavrama yönelik kavramsal anlamalarıyla yakın bir ilişkisinin olduğu söylenebilir. Öğrencilerin saf madde kavramına yönelik kavramsal anlamaları yüksek olduğu için saf maddeleri doğru olarak ayırt edebilirken bileşik kavramına yönelik içerik bilgilerinin yetersiz olması sebebiyle doğru bileşiği seçememişlerdir. Bu noktada öğrencilerin bir konuda ayırt edebildikleri durumları farklı bir konu bağlamında ayırt etmekte kavramsal anlamalarının yetersiz olması sebebiyle zorlandıkları söylenebilir. Ayrıca, literatürde öğrencilerin kavramakta zorlandıkları kavramların bu stratejiye yönelik yürütülen etkinliklerde de açığa çıktığı görülmüştür (örneğin kütle ve ağırlık, sürtünme kuvveti, heterojen karışımlar). İlgisiz olgulardan ilgili olguları ayırt etme etkinliklerinde birbirlerine yakın kavramların kullanılmasının, yetersiz anlamaya sahip öğrencilerin hatalarını ya da alternatif kavramalarını açığa çıkarılmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir.

4. 3. 9. Öğrencilerin Akılcı Çıkarımlar, Kestirmeler ve Yorumlar Oluşturma Stratejisini (S32) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisi için yürütülen etkinlikler, öğrencilerin gözlemlerini yorumlamalarını ve gözlemlerine yönelik çıkarımda bulunmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu stratejiye yönelik bitki ve hayvan hücreleri konusunda yürütülen ilk etkinlikte öğrencilere iki farklı durum verilmiştir. İlk durumda öğrencilerden papatya ve köpeğin, ikinci durumda ise yetişkin bir birey ile bir bebeğin hücrelerini şekilleri açısından değerlendirmeleri ve yorumlamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 89'da yer almaktadır.

Tablo 89. Hücrelerin Şekillerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Durum	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-1	Doğru cevap	Ö1-Ö10, Ö12-Ö14, Ö17, Ö18, Ö21	16	Derinlemesine açıklama	Ö1, Ö2, Ö7, Ö21	4	Ö2: Köpeğin hücresi yuvarlak, bitkinin hücresi dikdörtgendir.
				Yüzeysel açıklama	Ö4, Ö8, Ö12, Ö14, Ö17, Ö18	6	Ö8: Hayvan ve bitki hücreleri farklıdır. O yüzden köpeğin ve papatyanın hücreleri benzemez.
				Boş	Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö13	6	-
	Yanlış cevap	Ö16, Ö22, Ö23	3	Yüzeysel açıklama	Ö16, Ö22	2	Ö16: Bence benzer. Çünkü bitkide olan koful hayvan da var.
				Boş	Ö23	1	-
Durum-2	Doğru cevap	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12-Ö14, Ö16-Ö18, Ö21, Ö22	16	Derinlemesine açıklama	Ö7, Ö8, Ö12	3	Ö12: Bir bebekte, bir yetişkinde hayvan hücreleridir, yuvarlaktır.
				Yüzeysel açıklama	Ö1, Ö2, Ö4, Ö17, Ö18, Ö21, Ö22	7	Ö2: İnsanın hücresi yuvarlak, bebek ve genç de insan olduğuna göre.
				Boş	Ö3, Ö5, Ö10, Ö13, Ö14, Ö16	6	-
	Yanlış cevap	Ö9	1	Boş	-	-	-
	Boş	Ö6, Ö23	2	-	-	-	-

Tablo 89 birinci durum yönünden incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun papatya ve köpeğin hücrelerinin şekillerinin birbirine benzemediğini doğru şekilde işaretlediği görülmüştür. Öğrenciler hayvan ve bitki hücrelerinin şekillerini kolayca ayırt edebilmektedir (Ormancı vd., 2020). Bu etkinlik, benzerlikleri ve farklılıkları belirleme etkinliğinden sonra yapılmış olup etkinlik sonrasında yapılan sınıf konuşmalarının öğrencilerin öğrenmelerini destekleyerek köpek ve papatyanın hücrelerinin farklı olduğunu belirlemelerinde yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, doğru cevap veren öğrencilerden altısı cevaplarını yüzeysel, dördü ise derinlemesine açıklarken altı öğrenci açıklama yapmamıştır. Yüzeysel açıklamalar yapan öğrenciler farklı olduğunu belirtmelerine rağmen şekillere vurgu yapmamışlardır. Birinci duruma yanlış cevap veren öğrencilerin yüzeysel açıklamalarda bulunduğu ve hücrelerin şekilleri yönünden değil organellerin benzerliği yönünden durumu değerlendirdikleri tespit edilmiştir. İkinci durum için cevaplar incelendiğinde öğrencilerin büyük kısmının bebekler ve yetişkin bireylerin hücrelerinin birbirine benzediğini ifade ettikleri görülmüştür. Bu öğrencilerin canlının büyümesinin hücrenin şeklini etkilemediğini ve hayvan hücresi olduğunu tespit ettikleri söylenebilir. Derinlemesine açıklama yapan öğrencilerin de açıklamalarında buna değindikleri görülmektedir. Yedi öğrenci ise yüzeysel açıklamalar sunarken, yanlış cevap veren bir öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin doğru cevaplar vermelerinde öğretim sürecinde öğretmenin hayvan süreçlerini ifade ederken “bizim hücrelerimiz” vurgusunda bulunması olabilir. Yapılan bu vurgu farkında olmadan öğrencilerde bireysel düşünmenin gelişmesine ve içselleştirmelerine sebep olmuş olabilir (Yörek, 2007). Ö2 kodlu öğrencinin de insan hücresi ifadesini kullanarak açıklama yapması bu duruma delil oluşturabilir.

Hücre konusunda bu strateji için planlanan diğer etkinlikte önce hücreyle ilgili yapılan çalışmaların yer aldığı bilgi kartları karışık olarak dağıtılmıştır. Öğrenciler, kartları kronolojik olarak sıraladıktan sonra bir süre grup halinde kartları incelemişlerdir. Öğretmen “hücrenin yapısını

açıklamaya yönelik yapılan ilgili çalışmalar neyle başlıyor?” ve “sizce neden önce organeller değil de hücrenin kendisi gözlenmiştir?” sorularını yöneltmiştir. Öğrenciler bu soruları önce gruplarında tartıştıktan sonra onlardan bilim insanlarının hücre için yaptıkları açıklamaların zaman içinde daha detaylı olmasının neyle ilişkili olabileceğine yönelik yorumları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 90’da sunulmuştur.

Tablo 90. Hücreye Ait Bilgilerin Zaman İçinde Değişimine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine açıklama	Ö2, Ö7, Ö12, Ö14, Ö17	5	Ö2: Teknoloji geliştikçe açıklamalar da değişir. Mikroskoplara bağlı olduğunu düşünüyorum. Mikroskop teknolojinin gelişmesiyle gelişiyor.
Yüzeysel açıklama	Ö1, Ö3, Ö16, Ö21	4	Ö21: Teknolojinin gelişmesi
Hatalı açıklama	Ö4	1	Ö4: Teknoloji bence çünkü mikroskoplar çok gelişmedi.
Boş	Ö5, Ö6, Ö8-Ö10, Ö13, Ö23	7	-

Tablo 90 incelendiğinde, hatalı açıklama yapan öğrenci de dahil olmak üzere öğrencilerin büyük kısmının hücrenin yapısının yıllar içinde daha detaylı açıklanmasının teknolojiyle ilişkisini kurabildikleri görülmektedir. Bu durumu derinlemesine açıklayan beş öğrenci varken dört öğrencinin açıklamalarının yüzeysel düzeyde kaldığı belirlenmiştir. Bir öğrenci ise hücrenin yapısının detaylı açıklanmasının teknolojiyle ilişkisini kurmasına rağmen mikroskopların gelişmediğini ifade etmesi cevabının hatalı olarak değerlendirilmesine yol açmıştır. Bununla birlikte ilişki kuramadığı için açıklama yapmayan yedi öğrenci bulunmaktadır. Yürütülen etkinlikte öğrencilere bilgi kartları kronolojik olarak değil karışık şekilde dağıtılmıştır. Öğrencilerin yapılan çalışmalardaki sıralamayı ve bilgideki gelişmeyi fark ederek sıraya koymalarının ve bunu grup arkadaşlarıyla tartışmalarının doğru açıklamalar geliştirmelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin grup çalışmaları sırasında bilgi kartlarına yönelik sorgulamalar yapmalarının onların teknoloji-bilim ilişkisini kurmalarını sağladığına inanılmaktadır (Yacoubian & BauJaoude, 2010). Sınıf tartışmalarında teknolojiye yapılan vurgu da öğrencilerin açıklamalarının teknolojiyi içermesinin sebebi olabilir. Ancak öğrencilerin açıklamalarının detaylı olmaması, kavramsal anlamalarının açıklamalarını derinleştirecek düzeyde olmamasıyla açıklanabilir (Doğan & Demir, 2023). Bilgi kartlarında yer alan bilgiler sadece çalışmayla ilgili olup teknoloji vurgusu bulunmamaktadır (örneğin, Abbe ve Zeiss, ilk modern mikroskobu buldu). Bu doğrultuda, bilgi kartlarının yapısının öğrencilerin tespit ettikleri bilim-teknolojisi ilişkisini detaylandırmalarını sağlamada yetersiz kaldığı düşünülmektedir.

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisi için diğer etkinlik mitoz bölünme konusunda yürütülmüştür. Mitoz bölünmenin ne olduğu ve evreleri öğrenildikten sonra öğrencilere saç ve soğan örnekleri verilerek onlardan bu örneklerin benzer şekilde mitoz bölünme geçirip geçirmeyeceğini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin bitki ve hayvan hücrelerinin mitoz bölünme geçirmelerine yönelik açıklamalarından elde edilen bulgular Tablo 91’de sunulmuştur.

Tablo 91. Bitki ve Hayvan Hücrelerinin Mitoz Bölünmelerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru cevap	Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö21	7	Derinlemesine açıklama	Ö7	1	Ö7: Biri hayvan diğeri bitki hücresidir... bitki hücrelerinde hücre duvarı bulunmaktadır.
			Yüzeysel açıklama	Ö8	1	Ö8: İkisinin de şekilleri ve yapıları farklıdır. O yüzden aynı mitoz bölünme olmaz.
			Boş	Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö21	5	-
Yanlış cevap	Ö1-Ö6, Ö9, Ö12, Ö13, Ö16-Ö20	13	Yüzeysel açıklama	Ö3, Ö6, Ö13	3	Ö3: Birisi bitki hücresi, diğeri hayvan hücresi
			İlişkisiz açıklama	Ö1, Ö9	2	Ö9: İkisi de canlı
			Boş	Ö2, Ö4, Ö5, Ö12, Ö16-Ö20	8	-

Öğrencilerden bitki ve hayvan hücrelerinin de benzer şekilde mi mitoz bölünmeye uğrayacağı sorusunda iki hücre yapısının farklı olduğu, bitkilerde hücre duvarı olması sebebiyle aynı şekilde bölünemeyeceğine yönelik kestirmeler yapmaları beklenmektedir. Öğrencilerin cevaplarının yer aldığı Tablo 91'e bakıldığında öğrencilerin çoğunun yanlış cevap verdiği, bitki ve hayvan hücrelerinin benzer şekilde mitozla bölündüğünü ifade ettikleri belirlenmiştir. Yanlış cevap veren öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde ise üçünün yüzeysel, ikisinin ilişkisiz açıklama yaptığı görülmektedir. Sekiz öğrencinin ise cevabını açıklayamadığı tespit edilmiştir. Doğru cevap veren öğrencilerin sadece biri cevabını derinlemesine açıklayabilirken, yine bir öğrencinin açıklaması yüzeysel düzeyde kalmıştır. Beş öğrenci ise doğru cevap vermesine rağmen açıklama yapmamışlardır. Öğrenciler çoğunlukla bitki ve hayvan hücrelerinin farklı olduğunun farkındadırlar (Bozdağ & Ok, 2018). Ancak, farklı oldukları için mitoz bölünmenin sadece hayvan hücrelerinde gerçekleştiğini düşünmektedirler (Bozdağ & Ok, 2018; Chattopadhyay, 2012; Sesli & Kara, 2012). Bu noktada, yöneltile soruya verilen cevaplara bakıldığında bu şekilde bir yanılgının olmaması öğrencilerin bitki hücresine yönelik kavramsal anlamalarının eksik olmasıyla açıklanabilir. Çeperin yapısını tam kavrayamamaları sebebiyle cevaplarının çoğunlukla yanlış olduğu söylenebilir.

Kuvvet ve Enerji ünitesinde bu stratejiye yönelik yürütülen etkinlikte öğrencilere iki farklı durumla ilişkili görseller verilmiştir. Birinci durumda bir cismin deniz seviyesinde ve dağın tepesinde, ikinci durumda ise bir kişinin ekvatorunda ve kutuplardaki kütle ve ağırlıkları yazmaktadır. Öğrencilerden durumları incelemeleri ve kütle ve ağırlığın değişimine yönelik yorumlarını belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin ağırlığın çeşitli konumlardaki değişimi ve kütlenin korunumuna yönelik açıklamalarından elde edilen bulgular Tablo 92'de sunulmuştur.

Tablo 92. Ağırlığın Değişimi ve Kütlenin Korunumuna Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Durum	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-1	Derinlemesine açıklama	Ö4, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17	8	Ö17: Kütle her yerde aynıdır. Ama ağırlık merkezden uzaklaştığında yer çekimine bağlı olarak ağırlığı azalır.
	Yüzeysel açıklama	Ö1, Ö7, Ö10, Ö13, Ö15, Ö18-Ö20, Ö23	9	Ö7: A noktasındayken (dağ tepesi) daha az Newton çıkmışken B noktasında (deniz seviyesi) daha fazla Newton çıkmıştır.
	Alternatif kavrama içeren açıklama	Ö5	1	Ö5: Kütleden
	Açıklamama	Ö22	1	Ö22: Yer çekimine bağlı olarak yer çekimi azalır.
Durum-2	Derinlemesine açıklama	Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16, Ö17	9	Ö7: Ekvatorda bulunan bir kişi merkeze daha uzak olduğu için ağırlık azalmıştır. Kutuplar ise merkeze daha yakındır.
	Yüzeysel açıklama	Ö1, Ö6, Ö12, Ö13, Ö15, Ö19, Ö20	7	Ö20: Kutuplara gittikçe ağırlık artar ekvatora gittikçe ağırlık azalır.
	Alternatif kavrama içeren açıklama	Ö18	1	Ö18: Merkeze göre uzaksak kilomuz düşer yakınsak <i>kilomuz</i> artar.
	Boş	Ö22, Ö23	2	-

Birinci durum açısından tabloya bakıldığında öğrencilerin büyük kısmının doğru açıklamalar yaptığı görülmektedir. Bu öğrencilerden sekizi hem kütle hem de ağırlığı içeren derinlemesine açıklamalar sunarken, dokuzunun açıklaması yüzeysel düzeyde kalmıştır. Bir öğrencinin açıklaması alternatif kavrama içermektedir. İkinci durum incelendiğinde ise çoğu öğrencinin doğru açıklamalar sunduğu tespit edilmiştir. Dokuz öğrencinin açıklaması derinlemesine açıklama düzeyinde iken yedi öğrencinin açıklaması sadece ağırlık ya da sadece kütleyle yönelik gözlemlerini içerdiği için yüzeysel düzeyde yer almaktadır. Ayrıca bir öğrencinin cevabının alternatif kavrama içerdiği belirlenmiştir. Bu etkinlikten önce öğrencilerle kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik ölçüt geliştirme etkinliği yürütülerek kavramların sıklıkla karıştırılan noktaları ve günlük yaşantıdaki yanlış kullanımı ifade edilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu kavramlara ilişkin doğru ölçütler belirleyebilmişlerdir (bakınız Tablo 61). Bu doğrultuda öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik ölçüt geliştirme stratejisinde edindiklerini yapılandırabildikleri ve bu yapılandırmanın gözlemlerini doğru açıklamalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, her iki durumda da cevabı alternatif kavrama içeren öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarıyla ilgili cevaplar verdikleri görülmektedir. Ağırlık ve kütle kavramlarının birbirlerinin yerlerine kullanılması öğrencilerin gözlemlerini alışkın oldukları kelimelerle açıklamalarının sebebi olabilir (Ulu & Bayram, 2015). Bu öğrencilerin ölçüt geliştirme stratejisinde yürütülen etkinlikte kavramları tam öğrenememeleri ve gözlemlerini eksik öğrenmeler ışığında yapmalarının sahip oldukları alternatif kavramları cevaplarına yansıtma neden olduğu söylenebilir.

Kütle ve Enerji ünitesinde bu stratejiye yönelik yürütülen diğer etkinlikte öğrencilerin kinetik enerjinin bağlı olduğu değişkenleri belirlemeleri amacıyla iki durum ve seçenekler verilmiştir. İlk durumda öğrencilerden aynı hıza sahip otomobil ve tırın bir trafik direğine çarpması sonucunda hangisinin direğini daha uzağa savuracağını açıklamaları istenmiştir. İkinci durumda ise farklı hızlara (100 km ve 60 km) sahip aynı model iki otomobilinden hangisinin trafik direğini daha uzağa

savuracağını belirlemeleri beklenmiştir. Öğrencilerin iki duruma yönelik açıklamalarından elde edilen bulgular Tablo 93'te sunulmuştur.

Tablo 93. Kinetik Enerjinin Bağlı Olduğu Değişkenlere Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Durum	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-1	Doğru cevap	Ö1-Ö7, Ö9-Ö15, Ö17-Ö23	21	Derinlemesine açıklama	Ö1-Ö4, Ö7, Ö10-Ö14, Ö17, Ö19-Ö21	14	Ö12: Tırın kütlesi daha fazladır
				Yüzeysel açıklama	Ö6	1	Ö6: Otomobil 500 kg, tır 4 ton
				Hatalı açıklama	Ö18, Ö22, Ö23	3	Ö23: Tır daha hızlıdır
				Boş	Ö5, Ö9, Ö15	3	-
	Yanlış cevap	Ö8, Ö16	2	Hatalı açıklama	Ö8, Ö16	2	Ö8: Otomobilin kütlesi daha fazladır
Durum-2	Doğru cevap	Ö1-Ö23	23	Derinlemesine açıklama	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10-Ö14, Ö16-Ö21	16	Ö19: Daha hızlı ve daha fazla kuvvet uygular
				Hatalı açıklama	Ö3	1	Ö3: 100 km daha hızlı gider, 60 km daha yavaş gider (direğe) ulaşması zor
				Boş	Ö5, Ö6, Ö9, Ö15, Ö22, Ö23	6	-

Öğrencilerin verilen durumdan ve görsellerden yola çıkarak oluşturdukları açıklamaların yer aldığı Tablo 93'e birinci durum açısından bakıldığında öğrencilerin çoğunluğunun tır seçeneğini seçtiği, iki öğrencinin otomobili seçtiği görülmektedir. Doğru cevap veren öğrencilerin büyük kısmının kütle kavramına yönelik doğru açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğunun sunulan duruma yönelik derinlemesine açıklamalar oluşturmaları durumu doğru şekilde analiz edebildiklerini ve doğru çıkarımlarda bulunduklarını göstermektedir. Bu doğrultuda sunulan durumun öğrencilerin kinetik enerjinin kütleyle bağlı olduğunu fark etmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Üç öğrenci aynı hızla oldukları belirtilmesine rağmen tırın daha hızlı olduğunu ifade etmiştir. Yanlış cevap veren öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde ise otomobilin kütlesinin daha fazla olduğu için trafik direğinin daha uzağa savrulacağı açıklaması yaptıkları tespit edilmiştir. Bu durumun açığa çıkmasında sunulan görsellerde otomobilin boyutunun tıra yakın olmasının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu durum öğrencilere ifade edilmesine rağmen öğrencilerin farkına varmadıkları söylenebilir. İkinci durum için tabloya bakıldığında, öğrencilerin tamamının 100 km hızla giden otomobili işaretledikleri görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu derinlemesine açıklamalar yaparken bir öğrencinin ise hatalı açıklama yaptığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda, öğrencilerin sunulan görseli ve durumu doğru analiz ederek doğru açıklamalar oluşturdukları ve görsellerin öğrencileri çıkarımda bulunmaları için desteklediği söylenebilir (Harman & Çökelez, 2017). Açıklaması hatalı olan öğrencinin cevabı incelendiğinde yavaş aracın direğe ulaşamayacağını ifade ettiği görülmektedir. Bu öğrencinin görseli analiz edememesi ve araçları karşılaştırma ölçütünü belirleyememesi nedeniyle hatalı açıklamada bulunduğu söylenebilir.

Potansiyel enerji konusunda yürütülen etkinlikte öğrencilere üç farklı durum verilmiştir. Birinci durumda öğrencilerin tenis ve futbol toplarının bir apartmanın ikinci katından aynı anda bırakıldığında hangisinin çamur zeminde daha çok batacağını açıklamaları gerekmektedir. İkinci durumda ise öğrencilerden aynı özelliklere sahip iki tenis topundan biri dört, diğeri birinci kattan bırakıldığında hangi topun çamurlu zeminde daha derine batacağını açıklamaları istenmiştir. Üçüncü durumda ise öğrencilerden farklı sıkıştırma miktarlarına sahip özdeş yayların önünde aynı özelliklere sahip iki toptan hangisinin yaylar serbest bırakıldığında daha uzağa gideceğini açıklamaları beklenmektedir. Öğrencilerin bu üç durum için yaptıkları açıklamalardan elde edilen bulgular Tablo 94’te sunulmuştur.

Tablo 94. Potansiyel Enerjinin Bağlı Olduğu Değişkenlere Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Durum	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-1	Doğru cevap	Ö1-Ö23	23	Derinlemesine açıklama	Ö2, Ö3, Ö8, Ö10-Ö13, Ö17-Ö23	14	Ö10: Büyük top çünkü büyük kütleli olduğu için
				Yüzeysel açıklama	Ö7, Ö14, Ö16	3	Ö16: Büyük top daha büyük olduğu için onda daha fazla enerji vardır.
				Alternatif kavram içeren açıklama	Ö1	1	Ö1: Daha ağır olduğu için
				Boş	Ö5, Ö6, Ö9, Ö14, Ö15	5	-
Durum-2	Doğru cevap	Ö1-Ö23	23	Derinlemesine açıklama	Ö1-Ö3, Ö10-Ö14, Ö16-Ö20, Ö22, Ö23	15	Ö12: Daha yüksekte olduğu için daha fazla enerji kazanır.
				Yüzeysel açıklama	Ö4, Ö7, Ö8, Ö21	4	Ö4: Enerjisi fazladır.
				Boş	Ö5, Ö6, Ö9, Ö15	4	-
Durum-3	Doğru cevap	Ö1-Ö3, Ö5-Ö23	22	Derinlemesine açıklama	Ö2, Ö7, Ö8, Ö11-14, Ö17, Ö19-Ö21	11	Ö2: Daha fazla sıkıştırılmıştır
				Yüzeysel açıklama	Ö3, Ö18	2	Ö3: Enerjisi daha fazla
				Hatalı açıklama	Ö1, Ö10, Ö16	3	Ö10: Yay daha kısa olduğu için
				Boş	Ö5, Ö6, Ö9, Ö15, Ö22, Ö23	6	-
	Yanlış cevap	Ö4	1	Hatalı açıklama	Ö4	1	Ö4: Birinci yay daha esnektir

Tablo 94, birinci ve ikinci durum açısından incelendiğinde öğrencilerin tamamının doğru cevap verdiği görülmektedir. Her iki durumda da öğrencilerin çoğunluğunun cevaplarını derinlemesine açıkladıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin sunulan görseller ve durumları iyi analiz edebildikleri, doğru çıkarımlarda bulundukları ve çıkarımlarını da detaylı şekilde açıkladıkları söylenebilir. Bu doğrultuda sunulan örneklerin öğrencilerin doğru zihinsel süreçler geçirmelerine ve doğru açıklamalar oluşturmalarına yardımcı olduğu söylenebilir (Harman & Çökelez, 2017; Korgancı vd., 2015). Ancak bir öğrencinin birinci durumda kütle kavramını ağırlık kavramıyla karıştırdığı tespit edilmiştir. Bu iki kavram birbirinin yerine kullanan öğrencinin yaşantısında da

yanlış kullanıma sahip olduğu ve bilimsel düşünmediğinde durumlar yerleşmiş olan alternatif kavramasının açığa çıktığı düşünülmektedir (Adadan, 2014; Çavdar vd., 2017; Okumuş & Doymuş, 2018). Yayların potansiyel enerjisine yönelik tasarlanan üçüncü durum incelendiğinde öğrencilerin çoğunun daha fazla sıkıştırılan yayı seçerek doğru cevabı verdiği ancak bir öğrencinin ise daha az sıkıştırılan yayı işaretleyerek yanlış cevap verdiği görülmektedir. Doğru cevap veren öğrencilerin çoğunun açıklamasının da doğru olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin yaylara yönelik sunulan durumu ve görselleri doğru analiz etmeleri sonucunda doğru açıklamalar sundukları söylenebilir. Üç öğrenci daha fazla sıkıştırılan yayı, kısa olarak değerlendirerek hatalı açıklamada bulunmuştur. Yanlış cevap veren öğrenci ise daha az miktarda sıkıştırılan yayın daha esnek olduğunu ifade etmiştir. Bu öğrencinin yayın sıkıştırılma miktarı yerine esneklik özelliğine odaklandığı düşünülmektedir. Görselde yer alan yaylardan birinin salınmış halde gösterilmesi öğrencinin hatalı düşünmesinin (Kara & Aktürkoğlu, 2019; Pekel, 2019) ve hatalı açıklamalar oluşturmalarının sebebi olabilir.

Öğrenciler kinetik ve potansiyel enerji konularını öğrendikten sonra günlük hayatta yer alan “enerjim bitti” ya da “çok enerji harcadım” ifadeleri üzerine konuşularak var olan enerjinin yok olmayacağı bilgisi üzerine sınıf konuşmaları gerçekleştirilmiştir. Enerji dönüşümleri konusunun öğretiminde rampada kaykay yapan bir çocuğun kinetik ve potansiyel enerjilerindeki değişimi gösteren pil grafiklerinin yer aldığı bir görsel kullanılmıştır. Öğrenciler önce bireysel olarak sonra da sıra arkadaşlarıyla (düşün-eşleş-paylaş) görsel hakkında gözlemlerini paylaşmışlardır. Öğrencilerin görsele ilişkin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 95’te sunulmuştur.

Tablo 95. Enerji Dönüşümlerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Yüzeysel açıklama	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7-Ö14, Ö16, Ö17, Ö19, Ö21	16	Ö8: Yüksekte olduğu için P.E. fazladır. Hareket etmediği için K.E. yoktur ama sonraki durumlarda yükseklik azaldığı için potansiyel enerji azalır ve hızlandığı için K.E. fazladır. Son durumda yine yüksekte olduğu için P.E. fazladır ve hareket etmediği için K.E. yoktur.
Açıklamama	Ö3, Ö15	2	Ö15: Potansiyel full, kinetik yok.
Boş	Ö6, Ö23	2	

Tablo 95’e bakıldığında öğrencilerin büyük kısmının yüzeysel açıklamalar yaptığı görülmektedir. Bu etkinliği derinlemesine açıklayan öğrenci bulunmamaktadır. Açıklamaları yüzeysel olan öğrenciler cevaplarında topun çeşitli konumlarda potansiyel ve kinetik enerjideki değişimlerine yer verirken toplam enerjinin korunduğu çıkarımını yapamamışlardır. Kullanılan pil grafikleri enerji dönüşümü kavramını somutlaştırarak öğrencilerin öğrenmelerini desteklemiştir (Harman & Çökelez, 2017; Korgancı vd., 2015). Ancak, öğrencilerin hem bireysel incelemelerinde hem de düşün-eşleş-paylaş etkinliği sırasında akranlarıyla konuşmalarında kaykaylının toplam enerjisinin değişmediğini fark edemedikleri söylenebilir. Konunun başında enerjinin yok

olamayacağına yönelik yürütülen konuşmalar da öğrencilerin gözlemlerini yönlendirmesinde yeterli olmamıştır. Bu noktada, kullanılan görselin sınıfın büyük kısmında enerji dönüşümlerine yönelik kavramsal bir anlayışın gelişerek yorumlar oluşturmalarını desteklediği (Türkoğuz & Yayla, 2010) ancak enerjinin korunumuna yönelik çıkarım yapmalarını sağlamada eksik kaldığı söylenebilir.

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisine yönelik yürütülen son etkinlikte öğrencilerden sürtünme kuvvetinin olumlu yönlerinin neler olduğunu açıklamaları istenmiştir. Bu konuya yönelik yürütülen tüm süreçte sürtünme kuvveti öğrencilere hareketi engelleyen/kısıtlayan bir kuvvet olarak tanıtılmıştır. Bu noktada öğrencilerden sürtünme kuvvetinin hayatı kolaylaştıran yönlerine ilişkin yorumlar geliştirmeleri beklenmektedir. Öğrencilerin açıklamalarından elde edilen bulgular Tablo 96’da yer almaktadır.

Tablo 96. Sürtünme Kuvvetinin Olumlu Yönlerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine açıklama	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö12-Ö18, Ö21	15	Ö14: Yürüyemezdik, araba süremezdik, topa vurunca sonsuza kadar hareket ederdi
Yüzeysel açıklama	Ö6, Ö9, Ö10, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23	7	Ö23: Arabanın gitmesi
Boş	Ö11	1	-

Tablo 96 incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun sürtünme kuvvetinin olumlu yönlerini örnekler üzerinden açıkladıkları görülmektedir. 15 öğrencinin derinlemesine açıklamalar sunarken yedi öğrencinin açıklamaları yüzeyseldir. Sürtünme kuvvetinin kolaylaştırıcı özelliğini öğrenciler günlük yaşantılarından araba sürme, topa vurma gibi örneklerle ilişkilendirmişlerdir (Yılmaz & İnce-Aka, 2022). Bu doğrultuda, sürtünme kuvvetine yönelik yürütülen beyin fırtınası, kavram analizleri (Paul vd., 1990), kritik sorular (Santos, 2017), hava ve su direnci konularında TGA yönteminin kullanılması (Altunsoy, 2023; Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019) ve sınıf tartışmaları (Şahin & Hacıoğlu, 2013) gibi uygulamaların öğrencilerin yorumlar oluşturmalarını destekleyecek kavramsal anlamayı sağladığı söylenebilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde bu stratejiye yönelik yürütülen ilk etkinlik bileşik kavramı ve çeşitli bileşik örnekleri öğrenildikten sonra uygulanmıştır. Bileşik kavramının öğretiminde bileşiğin elementlerinden ayrılan yönleri üzerine öğrencilerle sınıf tartışmaları yürütülmüştür. Daha sonra sık kullanılan yedi bileşiğin formülleri ve kullanım alanlarının yer aldığı bilgi kartları öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrenciler kartlarla önce kendileri sonra arkadaşlarıyla çalışmışlar ve yedi bileşiği oluşturan elementleri ve sayılarını yazmışlardır. Bu etkinliklerden sonra öğrencilere üç farklı soru yöneltilmiştir. Öğrencilerden bileşiklerle ilgili öğrendiklerini düşünerek soruları cevaplandırmaları istenmiştir. İlk soru “*bir element sadece tek bir elementle mi bileşik oluşturabilir?*”, ikinci soru “*bir element bileşiklerinde farklı sayılarda olabilir mi?*”, üçüncü soru ise

“bileşik kendini oluşturan elementlerin özelliklerini taşıyor mu?” şeklindedir. Öğrencilerin bu sorulara yönelik açıklamaları Tablo 97’de sunulmuştur.

Tablo 97. Elementlerin ve Bileşiklerin Çeşitli Özelliklerine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Soru	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Soru-1	Doğru cevap	Ö1-Ö4, Ö6-Ö23	22	Derinlemesine açıklama	Ö1, Ö2, Ö7, Ö16, Ö17, Ö22, Ö23	7	Ö2: Hayır, mesela oksijen için bir H ₂ O bir de CO ₂ var.
				Yüzeysel açıklama	Ö3, Ö18	2	Ö3: Hayır, mesela H ₂ O var.
				Hatalı açıklama	Ö4, Ö6, Ö8-Ö12, Ö14, Ö15, Ö19	10	Ö19: Hayır, çünkü farklı tür atomlardan oluşmalıdır.
				Boş	Ö13, Ö20, Ö21	3	-
	Boş	Ö5	1			-	
Soru-2	Doğru cevap	Ö1-Ö9, Ö11-Ö23	22	Derinlemesine açıklama	Ö1-Ö5, Ö7-Ö9, Ö12, Ö14-Ö18, Ö22, Ö23	16	Ö23: Evet, CO ₂ 2 tane, SO ₂ 2 tane C ₆ H ₁₂ O ₆ 6 tane oksijen
				Yüzeysel açıklama	Ö6, Ö11, Ö21	3	Ö21: Olur, çünkü olmasaydı hep aynı formül olurdu.
				Hatalı açıklama	Ö19	1	Ö19: Olabilir, bakır mesela hep aynı tür atomlardan oluşur.
				Boş	Ö13, Ö20	2	-
	Boş	Ö10	1			-	
Soru-3	Doğru cevap	Ö1-Ö9, Ö11-Ö21	20	Derinlemesine açıklama	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö12, Ö14-Ö20	13	Ö7: Bileşik oluştururken elementler özelliklerini kaybederler. 2H ₂ (yanıcı)+O ₂ (yakıcı)=2H ₂ O (söndürücü)
				Yüzeysel açıklama	Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13	6	Ö9: Taşımaz, 2H ₂ +O ₂ =2H ₂ O
				Boş	Ö21	1	-
	Boş	Ö10, Ö22, Ö23	3			-	

Tablo 97 birinci soru açısından incelendiğinde, öğrencilerin çoğunun bir elementin farklı elementlerle bileşik oluşturabileceğini ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin açıklamalarına bakıldığında ise sadece yedi öğrencinin açıklamasının derinlemesine olduğu, 10 öğrencinin açıklamasının ise hatalı olduğu tespit edilmiştir. Hatalı açıklamalar sunan öğrencilerin bileşiğin özelliğini yazdıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda hatalı açıklamalar sunan öğrencilerin bileşiklerin atomik yapısına yönelik bilgilerinin etkisinde kaldıkları ve buna yönelik anlayışlarını soruyu cevaplamak için kullanamadıkları söylenebilir. İkinci soruya verilen cevaplar incelendiğinde elementlerin oluşturdukları bileşiklerde farklı sayılarda olabileceğinin öğrencilerin büyük kısmı tarafından ifade edildiği görülmektedir. 16 öğrencinin derinlemesine açıklamalarda bulunduğu ve çeşitli bileşik örnekleriyle açıklamalarını güçlendirdiği tespit edilmiştir. Üç öğrenci yüzeysel açıklama yaparken bir öğrencinin açıklamasının hatalı olduğu belirlenmiştir. Hatalı açıklama yapan öğrencinin atomik boyutta düşünmeye devam ettiği düşünülmektedir. Bununla birlikte bileşiklerin içinde hangi elementlerin ne kadar sayıda bulunduğuna yönelik yürütülen etkinliğin hem ilk soruda hem de ikinci soruda derinlemesine açıklama sunan öğrencilerin deneyim kazanmalarını sağladığı ve anlamalarına olumlu katkısı olduğu (Boomer & Latham, 2011; Holstermann vd., 2010; Schwichow vd., 2016) söylenebilir. Üçüncü soruya verilen cevaplar incelendiğinde 20 öğrencinin

bileşikleri oluşturan elementlerin özelliklerini kaybettiklerini belirttikleri görülmektedir. Doğru cevap veren öğrencilerden 13'ünün açıklamaları derinlemesine düzeyde olup 9 öğrenci ise yüzeysel açıklama düzeyinde yer almaktadır. Her iki açıklama düzeyinde yer alan öğrencilerin cevaplarında su örneğini verdikleri tespit edilmiştir. Bu soruya yönelik hatalı açıklamalar yapan öğrencilerin bulunmaması bileşiklerin atomik yapısına yönelik kavramsal anlamalarının iyi düzeyde olduğunu göstermektedir. Öğretmenin bileşiklerin atomik yapılarının elementlerden farkını anlatmak için ikizlerle yaptığı modellemenin, somutlaştırarak öğrencilerin öğrenmelerine önemli etkisinin olduğu (Sökmen & Bayram, 2002) ve öğrencilerin açıklamalar oluşturmalarına katkı sağladığı söylenebilir.

Çözünme hızına bağlı olduğu faktörlerin belirlenmesine yönelik etkinlikler yapılmadan önce her bir değişkenle ilgili öğrencilere örnek durumlar verilmiştir. Durumları incelemeleri ve seçtikleri yanıtı açıklamaları istenmiştir (TGA yöntemin tahmin aşaması). İlk durumda temas yüzeyine yönelik olup toz şeker ve küp şekerin hangisinin daha hızlı çözüneceğine yönelik öğrencilerin çıkarımda bulunmaları gerekmektedir. İkinci durum sıcaklık değişkeni ile ilgili olup aynı anda sıcak ve soğuk çaya atılan toz şekerin hangisinin daha hızlı çözüneceğini öğrencilerin cevaplamaları istenmektedir. Son durumda ise şekerin çözünmesinin karıştırılan ve karıştırılmayan durumlarda nasıl değiştiğini öğrencilerin değerlendirmesi beklenmiştir. Öğrencilerin bu üç durum için yaptıkları açıklamalardan elde edilen bulgular Tablo 98'de sunulmuştur.

Tablo 98. Çözünme Hızının Bağlı Olduğu Faktörlere Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Durum	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-1	Doğru cevap	Ö1-Ö12, Ö16-Ö18, Ö20, Ö21, Ö23	18	Derinlemesine açıklama	Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20	8	Ö2: Küp şeker önce dağılıp toz haline gelip sonra çözünür. Toz şeker ise direkt çözünür.
				Yüzeysel açıklama	Ö1, Ö6, Ö9, Ö11, Ö12, Ö21	6	Ö9: Toz şeker tane tane olduğu için.
				Hatalı açıklama	Ö5	1	Ö5: Homojen gibi daha hızlı çözünür.
				Alternatif kavram içeren açıklama	Ö3, Ö10	2	Ö3: Toz şekeri koyduğumuzda hemen <i>erir</i> .
				Boş	Ö23	1	-
	Boş	Ö14, Ö22	2			-	
Durum-2	Doğru cevap	Ö3, Ö4, Ö7, Ö9-Ö12, Ö16-Ö18, Ö20, Ö21, Ö23	13	Derinlemesine açıklama	Ö4, Ö7, Ö11, Ö12, Ö17	5	Ö4: Soğuk su ekmeden önce su daha sıcak olur. Şeker de sıcak suyun içinde daha hızlı çözünür.
				Yüzeysel açıklama	Ö16	1	Ö16: Soğuk suyu önce eklersem şeker iyi çözünmez.
				Alternatif kavram içeren açıklama	Ö3, Ö9, Ö10, Ö18, Ö20	5	Ö9: Sıcak suya şeker atarım çözüldükten sonra soğuk su koyarım. Su ılık oldukça şeker <i>erimez</i> .
				Boş	Ö21, Ö23	2	-
	Yanlış cevap	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö22	6	Derinlemesine açıklama	Ö6	1	Ö6: Şeker, sıcak suda daha hızlı çözünür.
				Alternatif kavram içeren açıklama	Ö2, Ö8	2	Ö2: Önce şekeri koyup sonra suyu koyarsak şeker tadı alınmaz.
				Açıklamama	Ö1, Ö5	2	Ö5: İlk suyu koyarım, sonra şekeri eklerim.
				Boş	Ö22	1	-
	Boş	Ö14	1			-	

Tablo 98'in devamı

Durum	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Durum-3	Doğru cevap	Ö1- Ö23	23	Derinlemesine açıklama	Ö1-Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö19	13	Ö9: Çay karıştırılınca temas yüzeyi artar, daha hızlı çözünür.
				Yüzeysel açıklama	Ö7, Ö8, Ö11, Ö14, Ö17, Ö18, Ö20	7	Ö7: Çaydaki şeker tanecikleri her tarafa yayılır. Bu yüzden karıştırılan çay daha şekerlidir.
				Boş	Ö21-Ö23	3	-

Birinci durum açısından Tablo 98 incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun toz şekerin daha hızlı çözüneceği cevabını verdikleri görülmektedir. Cevabını derinlemesine açıklayan sekiz, yüzeysel şekilde açıklayan altı öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin sunulan durumları günlük yaşantılarıyla ilişkilendirerek doğru çıkarımda bulundukları düşünülmektedir. Birinci duruma öğrencilerin yanlış cevap vermemeleri ve sınıf içi konuşmalarda küp şeker koyduklarında çay kaşığıyla çözünme sürecini hızlandırdıklarını ifade ettikleri gözlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin yorum oluşturma sürecine, sunulan görseller ve metinler kadar yaşantılarını (Özbay & Özdemir, 2012) da kattıkları söylenebilir. İkinci durum için öğrencilere yönetilen soruda şekerli bir paşa çayı hazırlarken çözünme hızını artırmak için sıcak çaya önce şekeri mi soğuk suyu mu ekleyecekleri sorulmuştur. 13 öğrenci ilk olarak şeker cevabını verirken, altı öğrenci önce soğuk su ekleyeceğini ifade etmiştir. Doğru cevap veren öğrencilerin beşi derinlemesine açıklama, bir öğrenci ise yüzeysel açıklama yapmıştır. Yanlış cevap veren öğrencilerin ise biri çıkarımına derinlemesine açıklama sunarken iki öğrencinin alternatif kavrama içerdiği belirlenmiştir. İlk durum ve ikinci durumda alternatif kavrama içeren cevaplar veren öğrencilerin açıklamalarında çözünme kavramı yerine erimeyi kullandıkları belirlenmiştir. Bu şekilde birbirinin yerine kullanma öğrencilerin günlük yaşantılarından getirdikleri yanılgılardan olup (Bulut, Turan-Oluk, & Ekmekçi, 2021; Karaer, 2007; Kirman-Bilgin, Er-Nas, & Akbulut, 2014; Şen & Yılmaz, 2012), öğrencilerin konuyu henüz öğrenmemeleri sebebiyle alışkın oldukları kelimeleri kullanma eğiliminde oldukları (Ulu & Bayram, 2015) düşünülmektedir. Üçüncü durum açısından tablo incelendiğinde ise öğrencilerin tamamının karıştırmanın çözünme hızını artırdığını ifade ettiği görülmektedir. Öğrencilerin açıklamalarına bakıldığında ise 13 öğrencinin derinlemesine, yedi öğrencinin ise yüzeysel açıklama yaptıkları belirlenmiştir. Çaya şeker atıp karıştırma eylemi öğrencilerin sıklıkla karşılaştıkları bir davranış olması sebebiyle çıkarımda bulunurken yaşantılarından getirdikleri ön öğrenmeleri de kullandıkları söylenebilir. Öğrencilerin gerçek yaşantılara dayalı gözlemlerinden açıklamalar oluşturmaları, çıkarımda bulunmaları bilgi oluşumuna yardımcı olur (Karadüz, 2010). Bu doğrultuda, öğrencilerin çözünürlüğü etkileyen faktörleri deneyerek öğrenmeden önce onlara sunulan durumların, çıkarımlarında gözlemlerini kullanmalarına olanak sağladığı ve örnek durumların öğrencilerin çıkarımda bulunmaları için uygun olduğu söylenebilir. Tabloya genel olarak bakıldığında ise öğrencilerin doğru çıkarımlarda bulunma eğiliminde oldukları ancak cevaplarını açıklayamadıkları

görülmektedir. Öğrencinin içerik bilgisinin yetersiz olması çıkarımın kalitesini doğrudan etkileyecektir (Özbay & Özdemir, 2012). Bu doğrultuda, öğrencilerin çözünürlüğü etkileyen faktörleri deneyerek öğrenmeden önce yaptıkları çıkarımları açıklamak için kullandıkları gözlemlerinden edindikleri bilgilerinin sınırlı olduğu söylenebilir.

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisine yönelik yürütülen son etkinlikte öğrencilere geri dönüşüm konusunda yürütülmüştür. Öğrencilerden atık türleri tanıtıldıktan sonra tıbbi atıklar için neden bir uyarı işaretine ihtiyaç duyulduğuna yönelik çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 99’da sunulmuştur.

Tablo 99. Tıbbi Atık Uyarı İşaretine Yönelik Öğrenci Açıklamaları

Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Derinlemesine açıklama	Ö7, Ö8, Ö11, Ö15-Ö17	6	Ö7: Çünkü tıbbi atıklar kimyasal maddelerdir, insan sağlığına zararlı olabilir.
Yüzeysel açıklama	Ö1-Ö6, Ö10, Ö12-Ö14, Ö18-Ö21	14	Ö12: Çünkü içinde insan sağlığına zarar verebilecek şeyler var.
Açıklama yok	Ö9, Ö22, Ö23	3	Ö23: Doktor eldiveni, serum atıkları, iğne

Tablo 99 incelendiğinde öğrencilerin büyük kısmının tıbbi atıklar uyarı işaretinin gerekliliğine yönelik yüzeysel açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Derinlemesine açıklama yapan altı öğrenci bulunmaktadır. Açıklama yapmayan öğrencilerin cevaplarına bakıldığında ise tıbbi atık örnekleri verdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin cevaplarının insan-merkezli olduğu, tıbbi atıkların çevre ve diğer canlılar için de tehlike oluşturabileceğine yönelik açıklamalar yapmadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler, bulundukları yaş aralığı ergen ben merkeziliğini yaşadıkları ve kişisel çıkarılarını en önemli gördükleri dönem olması sebebiyle çevrenin insan için olduğu düşüncesine sahiptirler (Karakuş & Çimen, 2020). Bu sebeple, çevreye yönelik gerçekleştirdikleri davranışlarda kendi yararlarını göz önünde bulunduracaklardır. Tablo 44’te verdikleri atık örneklerinin de daha çok okulda ürettikleri atıkların olmasının bu durumla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durumda öğrencilerin düşünme süreçlerinde eleştirel düşünmenin tam tersi ben merkezci yaklaşım sergiledikleri (Paul vd., 1990) ve bulundukları gelişim döneminden kaynaklı kendilerini doğanın merkezinde görmeleri sebebiyle derinlemesine açıklamalar oluşturamadıkları söylenebilir (Önel & Yüce, 2018).

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisi (S32) öğrencilerin gözlemlerinin arkasında yatan gerçekleri düşünerek yorumlar oluşturmalarıyla ilişkilidir (Paul vd., 1990). Bu stratejiye yönelik etkinliklerden elde edilen cevaplara bakıldığında Hücre ve Bölünmeler ünitesinde öğrenciler doğru cevap vermelerine rağmen açıklamalarının genellikle yüzeysel kaldığı (Tablo 89 ve 90) ya da açıklama sunmaktan kaçındıkları (Tablo 90 ve 91) tespit edilmiştir. Öğrencilerin ilk üniteye gözlemlerine yönelik yorumlarını açıklamada zorlandıkları ya da gözlemlerini nasıl yorumlayacaklarını bilmedikleri söylenebilir. Bu durumun sebebi öğrencilerin

neyi gözlemleyeceklerini bilmemeleri olabileceği gibi gözlemlerini bilimsel bilgiyle ilişkilendirememeleri de olabilir. Gözlemleyebilen ve gözlemlediği şeyi anlamlandırmaya çalışan öğrenci benzerlik ve farklılıkları belirleyebilir ve ayrıntıları tespit edebilir, bu sayede detaylı açıklamalar geliştirebilir (Özbay, 2004). Ancak, öğrencilerin sunduğu açıklamaların kavramsal altyapısının gözlemledikleri durumlarla örtüşmesi de gerekmektedir (Paul vd., 1990). Hücre ve Bölünmeler ünitesindeki konuların her ne kadar günlük yaşantıda yeri olsa da soyut kavramlar olmaları sebebiyle öğrencilerin yorum oluşturmaları için sunulan materyaller (bilgi kartları) sınırlı kalmıştır. Oluşturulan yorumlar ya da yapılan çıkarımlar öğrencinin mevcut kavramsal çerçevesi içerisinde yapılır (Karadağlı, 2006; Tomaç, 2012). Bu doğrultuda, sınırlı gözlemler sonucunda yüzeysel açıklamaların üretildiği ve açıklamaları detaylandırarak düzeyde gözlem bulgusu ve kavramsal derinliğin oluşturulmadığı söylenebilir (Doğan & Demir, 2023; Özbay, 2004). Hücre ve Bölünmeler ünitesinden elde edilen bulgular çalışmanın yürütüldüğü ilk üniteye gözlemleri ve kavramsal anlamaları arasında ilişkiyi kurmada zorlandıkları için bu stratejiye yönelik öğrencilerde bir düşünme rutininin oluşmadığını (Tajudin vd., 2019) göstermektedir. İlerleyen ünitelerde öğrencilerin çoğunlukla derinlemesine açıklamalar sundukları belirlenmiştir. Özellikle yürütülen etkinliklerin görsellerle desteklendiği ve olay örgüsü içinde sunulduğunda öğrencilerin daha detaylı açıklamalar oluşturdıkları görülmüştür (Tablo 92, 93, 94 ve 98) (Harman & Çökelez, 2017; Karadüz, 2010; Korganci vd., 2015; Özbay & Özdemir, 2012; Türkoğuz & Yayla, 2010). Bununla birlikte öğrencilere sorunun düz metin halinde yöneltildiği ve önceki gözlemlerini göz önünde bulundurarak yorumlar oluşturmaları/çıkarımda bulunmaları istendiğinde öğrencilerin açıklamalarının çoğunlukla yüzeysel kaldığı tespit edilmiştir (Tablo 95 ve 99). Gözlem sonuçları zihinde çoğunlukla sözel ya da görseller halinde saklanır ve hatırlanması gerektiğinde gözlem zihinde hayal edilir (Özbay, 2004). Öğrenciler önceki öğrenmelerinden yola çıkarak yeni bir durumla ilgili yorumlar oluştururken eğer gözlem sonuçları zihinde doğru yapılandırılmamışsa bu oluşturulan yorumlara eksiklik olarak yansayacaktır. Bu noktada, öğrencilerin derinlemesine açıklamalar oluşturabilmeleri için gözlemleyecekleri durumun birden fazla duyu organına hitap ederek hatırlamalarını sağlayacak şekilde detaylı yönlerinin olması gerektiği söylenebilir. Öğrencinin gözlemden elde ettiği verinin çokluğu üretilen açıklamanın niteliğini ve hatırlanmasını etkilediği ifade edilebilir.

4. 3. 10. Öğrencilerin Sebep ve Sonuçları Keşfetme Stratejisini (S35) Fen Konularında Kullanabilme Durumları

Sebep ve sonuçları keşfetme stratejisine yönelik tasarlanan etkinlikler öğrencilerin verilen durumun altında yatan sebeplerini belirleme, verilen durumun olası sonuçlarını tespit edebilmeleri amacıyla yürütülmüştür. Bu strateji için Hücre ve Bölünmeler konusunda yürütülen ilk etkinlikte hücrenin yapısına yönelik bilim insanlarının çalışmalarının yer aldığı bilgi kartları öğrencilere karışık

olarak verilmiştir. Öğrencilerin bu çalışmaları sebep sonuç ilişkisine göre sıralamaları istenmiştir. Öğrencilerin sıralamalarından elde edilen bulgular Tablo 100’de yer almaktadır.

Tablo 100. Öğrencilerin Hücrenin Yapısına Yönelik Çalışmalar Arasında Sebeup ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları

Sebeup-sonuç ilişkisi	Açıklama	Öğrenci kodları	f
Doğru	9 çalışma arasındaki sebeup-sonuç ilişkisinin doğru sırada kurulması	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö10, Ö12	6
Kısmen doğru	9 çalışma arasında en az 6 sebeup-sonuç ilişkisinin doğru sırada kurulması	Ö5, Ö8, Ö9, Ö17	4
Düşük	9 çalışma arasında 3 ya da daha az sayıda sebeup-sonuç ilişkisinin doğru sırada kurulması	Ö3, Ö13-Ö16, Ö21, Ö23	8

Tablo 100’e bakıldığında sebeup sonuç ilişkisini düşük düzeyde kuran öğrenci sayısının doğru şekilde kuran öğrenci sayısından fazla olduğu görülmektedir. Sebeup sonuç ilişkisinin bir kısmını doğru şekilde kurabilen dört öğrenci bulunmaktadır. Hücreye yönelik bilimsel bilginin tarihsel gelişiminde bilim tarihi metinlerinin sıralanması öğrencilerin başarıyla tamamladıkları etkinliklerdir (Coşkun, 2021). Bu çalışmada ise çalışmaları sebeup sonuç ilişkisi içinde sıralayabilen öğrenci sayısı oldukça sınırlıdır. Bilgi kartlarında yer alan bilgiler arasında sebeup-sonuç ilişkisinin kurulabilmesi için öğrencilerin okuduklarını anlamaları gerekmektedir. Okuduğunu anlayan öğrenci mantıksal ilişkileri fark ederek sebeup sonuç ilişkileri kurabilir (Epçayan, 2018). Bu noktada, öğrencilerin bilgi kartlarına eleştirel yaklaşmayarak okuduklarını anlamadıklarını ve mantıksal ilişkileri fark edememeleri nedeniyle bilim insanların çalışmaları arasında sebeup sonuç ilişkisi kuramadıkları düşünülmektedir. Bu doğrultuda yürütülen ilk etkinlikte öğrencilerin bilgi kartlarındaki mantıksal ilişkileri anlamamaları nedeniyle sebeup sonuç ilişkisi kurabilme durumlarının yetersiz düzeyde olduğu söylenebilir.

Bu stratejiye yönelik yürütülen diğer etkinlik, mitoz bölünme ve mayoz bölünme konularının sonunda öğrencilerin ilgili konuların canlı yaşamındaki önemini fark etmeleri amacıyla ayrı ayrı yürütülmüştür. Öğrencilerden tüm canlıların mitoz bölünme ile çoğalması durumunda ve mayoz bölünmedeki parça değişiminin olmaması durumunda açığa çıkacak olası sonuçların neler olabileceğini ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin her iki durumun olası sonuçlarına yönelik ifadelerinden elde edilen bulgular Tablo 101’de sunulmuştur.

Tablo 101. Öğrencilerin Mitoz ve Mayoz Bölünmeye Yönelik Olası Sonuçları Belirleme Durumları

Bölünme	Sonuç	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Mitoz bölünme	Doğru sonuç	Ö4, Ö7, Ö8, Ö11, Ö16, Ö18, Ö21	7	Ö8: Mesela bir insan mitoz bölünmeyle çoğalsaydı çok fazla canlı olurdu. Herkes tek başına çoğalabilirdi. Tıpatıp birbirine benzerdi... dünyada o kadar çok canlı olurdu ki dünya bunu kaldıramazdı.

Tablo 101'in devamı

Bölünme	Sonuç	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Mitoz bölünme	Kabul edilebilir sonuç	Ö1-Ö3, Ö12-Ö15, Ö17, Ö19, Ö23	10	Ö14: Herkes birbirinin aynısı olurdu. Ö19: Canlılar tek başına üreyebilir.
	İlişkisiz	Ö10	1	Ö10: Çok büyük olurdu. Canlılar çoğalırdı, büyürdü.
	Boş	Ö5, Ö6, Ö22	3	-
Mayoz bölünme	Doğru sonuç	Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö12, Ö14, Ö18, Ö19	8	Ö19: Her canlı aynı olurdu. Mesela farklı cinsten köpekler olmazdı.
	Kabul edilebilir sonuç	Ö4, Ö5, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16, Ö17, Ö21	8	Ö17: Canlı ya sadece anneye ya da sadece babaya benzerdi. Biz babamızla annemizin ortak yönü olmamış oluruz.
	Hatalı sonuç	Ö1, Ö15	2	Ö15: Anne ve babamıza benzemezdik.
	Boş	Ö6, Ö9, Ö22, Ö23	4	-

Tablo 101 mitoz bölünme durumu açısından incelendiğinde 10 öğrencinin kabul edilebilir sonuçları ifade ettiği görülmektedir. Daha fazla ve detaylı şekilde sonuçlarını açıklayan yedi öğrenci bulunurken bir öğrencinin cevabı ilişkisiz olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun makul sonuçlar ifade ettiği ancak daha az kısmının sonuçların etkilerini detaylı şekilde açıkladığı söylenebilir. Konunun öğretiminin başında kavram analizinde mitoz bölünmenin “*ana hücreye tıpatıp benzeyen iki yavru hücre oluşur*” özelliği üzerine yapılan vurgu, süreç içerisinde bilgi kartlarıyla yürütülen etkinlikte ve öğrencilerin grup olarak tamamladıkları modelleme çalışmasında devam etmiştir. Mitoz bölünmenin bu özelliğinin konunun öğretim süreci içerisinde sıklıkla hatırlatılmasının öğrencilerin doğru sonuçlara ulaşmasında etkili olduğu söylenebilir. Parça değişiminin olmaması durumunda ifade edilen sonuçlar incelendiğinde sekiz öğrencinin doğru, sekiz öğrencinin de kısmen doğru sonuç belirttikleri görülmektedir. İki öğrenci de hatalı sonuç ifade etmişlerdir. Kabul edilebilir sonuçları yazan öğrencilerin cevaplarına bakıldığında olası sonuçların ben merkezci bakışa sahip olduğu söylenebilir. Mayoz bölünme ve döllenme konularını ifade ederken öğretmenin “bizim hücrelerimiz” ifadesi öğrencilerin cevaplarını insanların birbirine benzemesi üzerine yapılandırılmasının ve eşeyli üremeye çoğalan diğer canlıların göz ardı edilmesinin (Chattopadhyay, 2012; Sesli & Kara, 2012) sebebi olabilir. Doğru sonuçlar ifade eden öğrencilerin cevaplarının daha kapsayıcı olduğu ve farklı türlerden canlıları içeren örnekleri içerdiği belirlenmiştir. Farklı canlıları cevaplarına dahil eden öğrencilerin empatik düşündükleri ve bireysel düşünceden uzaklaşarak bağımsız düşünebildikleri ifade edilebilir (Bal & Temel, 2014; Paul vd., 1990).

Kuvvet ve Enerji ünitesinde bu strateji için yürütülen ilk etkinlikte öğrencilere ağırlığın farklı konumlardaki (deniz seviyesi-dağ tepesi / ekvator-kutup) değişimini gösteren görseller verilmiştir. Öğrenciler önce bu iki görseli inceleyerek yorumlar oluşturmuşlardır (Bkz. Tablo 92). Daha sonra öğrenciler kendi açıklamalarından yola çıkarak ağırlığın değişiminin sebebini belirlemeye çalışmışlardır. Öğrencilerin belirledikleri sebeplerden elde edilen bulgular Tablo 102’de yer almaktadır.

Tablo 102. Öğrencilerin Ağırlığın Değişiminin Sebeplerini Belirleme Durumları

Sebepler	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru sebep	Ö4-Ö7, Ö11, Ö14, Ö17, Ö19	8	Ö7: Yerçekimi kuvveti etkiliyor olabilir. Dünya'nın merkezinden uzaklaştıkça ağırlık azalır.
Kabul edilebilir sebep	Ö1, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö20	6	Ö16: Biliyoruz ki ağırlık bir yer çekimi kuvveti. Bazı yerlerde daha az bazı yerlerde daha fazla olabilir.
Hatalı sebep	Ö10	1	Ö10: Her cismin ağırlığı birbirinden farklı olabilir. Ağırlığı hep çok arttığında değişiyor olabilir.
Boş	Ö8, Ö18, Ö22, Ö23	4	

Tablo 102 incelendiğinde ağırlığın değişiminin sebebini öğrencilerin büyük kısmının doğru ve kısmen doğru sebepler ifade ettikleri görülmektedir. Doğru sebep belirten öğrenciler cevaplarını Dünya'nın merkezi üzerinden açıklayabilirken kısmen doğru sebep sunan öğrencilerin daha yüzeysel açıklamaları bulunmaktadır. Bir öğrencinin cevabı ise hatalı olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler bu sebepleri belirlerken görsellere yönelik yaptıkları açıklamaları kullanmışlardır. Öğrencilerin gözlemlere yönelik açıklamalarında detaylı olması (Özbay, 2004), onların sonuca ulaşmalarında daha fazla bilgiye sahip olmalarını sağlar (Epçayan, 2018). Verilen durumlar ile görseller (Türkoğuz & Yayla, 2010) ve daha sonra yürütülen sınıf tartışmaları (Şahin & Hacıoğlu, 2013) öğrencilere gözlemlerine ilişkin daha fazla veri edinmelerini sağlamıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin gözlemlerinden edindikleri çoklu veriler ve verilerden yola çıkarak oluşturdukları yorumları kullanmalarının onların ağırlığın değişiminin sebeplerini belirlemesini kolaylaştırdığı söylenebilir.

Kuvvet ve Enerji ünitesinde bu stratejiye yönelik yürütülen son etkinlik hava ve su direnci konusunda tasarlanmıştır. Öğrencilere bu direnç türlerine yönelik TGA yöntemine uygun deney düzenekleri hazırlanmıştır. Hava direnci için planlanan düzenekte buruşturulmuş ve düz birer kağıdın aynı anda aynı yükseklikten bırakılması durumunda hangisinin daha önce yere ulaşacağını belirtilmesi ve bu durumun sebebinin yazılması gerekmektedir. Su direnci için tasarlanan düzenekte ise öğrencilerden boş ve su dolu bardaklara aynı anda bir madeni paranın bırakılması halinde hangi bardaktaki paranın bardağın dibine daha erken varacağını ifade etmeleri ve durumun sebebini yazmaları istenmiştir. Öğrencilerin her iki durum için sonuçları ve sonuçlara yönelik sebeplerinden elde edilen bulgular Tablo 103'te sunulmuştur.

Tablo 103. Öğrencilerin Hava ve Su Direncine Yönelik Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları

Tür	Sonuç	Öğrenci kodları	f	Sebepler	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Hava direnci	Doğru sonuç	Ö1-Ö23	23	Yüzeysel sebep	Ö4, Ö6-Ö8, Ö10-Ö12, Ö14, Ö17, Ö19-Ö21	12	Ö11: Düz kağıt süzülerek gider ama buruşturulmuş kağıt daha hızlı gider.
				Alternatif kavrama içeren sebep	Ö1, Ö2, Ö5, Ö9, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö22, Ö23	10	Ö5: Buruşturulmuş kağıdın ağırlığı daha fazladır.
				İlişkisz	Ö3	1	Ö3: Sert olduğu için daha hızlı gider.

Tablo 103'ün devamı

Tür	Sonuç	Öğrenci kodları	f	Sebep	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Su direnci	Doğru sonuç	Ö1-Ö23	23	Derinlemesine sebep	Ö2, Ö7, Ö16, Ö17	4	Ö16: Dolu bardakta su direnci vardır. O yüzden daha yavaş iner. Su direnci hava direncinden büyüktür.
				Yüzeysel sebep	Ö1, Ö3, Ö4, Ö9-Ö15, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23	13	Ö1: Su direnci etki eder.
				Alternatif kavrama içeren sebep	Ö5, Ö8, Ö10, Ö18	4	Ö5: Boş bardakta sürtünme kuvveti yoktur.
				Boş	Ö6	1	-

Hava direnci yönünden Tablo 103 incelendiğinde, öğrencilerin tamamının buruşturulmuş kağıdın daha önce yere ulaşacağını belirttiği görülmektedir. Öğrencilerin sebeplerine bakıldığında ise 12 öğrencinin yüzeysel sebepler sunduğu belirlenmiştir. Hava direnciyle yüzey alanı arasındaki ilişkiyi ifade eden öğrenci bulunmamaktadır. TGA yöntemi öğrencilerin kavramsal anlamalarını destekleyen bir yöntem olmakla birlikte gözlemden elde edilen verilerin eksik ya da yetersiz olması anlamalarını da etkilemektedir (Balaydın & Altınok, 2018; Güngör & Özkan, 2017; Özçelik, 2019). Hava direncine yönelik pilot uygulamada yapılan etkinlikte de temas yüzeyini ifade eden öğrenci bulunmamıştır, ancak öğrenciler bu durumu açıklamak için düz kağıdın paraşüt gibi süzüleceğini ifade etmişlerdir. Asıl uygulamadaki öğrencilerin “temas yüzeyi” kavramına hakim olmasalar dahi gözlemlerinin sebeplerini açıklamada farklı örnekler kullanamamalarında kavramsal yetersizliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Buruşturulmuş kağıt ve düz kağıtla yapılan etkinlikte öğrenciler doğru sonuca ulaşabilirken sonuçların sebeplerini belirlemede yeterli kavramsal anlamalarının olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte 10 öğrencinin sebepleri alternatif kavrama içermektedir. Bu öğrencilerin cevaplarına bakıldığında kağıdın buruşturulması durumunda ağırlığının değiştiğini düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin bir kağıdın bütünlüğü korunarak şeklinin değiştirilmesinin ağırlığını değiştirmede, çünkü kağıdın kütlelerinin değişmediğini fark edememelerine yönelik yanılgılarının olduğu görülmektedir (Cerrah-Özsevgeç vd., 2019; Duman & Avcı, 2014; Rosli & Nasir, 2017). Bu doğrultuda, öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik alternatif kavramalarının onların ağırlığın sebeplerini açıklamalarına engel olduğu söylenebilir. Su direnci açısından tablo incelendiğinde öğrencilerin tamamının boş bardağa atılan madeni paranın daha erken bardağın dibine ulaşacağını ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin belirttikleri sebeplere bakıldığında ise sadece dört öğrencinin sebeplerini derinlemesine açıkladığı tespit edilmiştir. 13 öğrencinin sadece su direnci diyerek sebebini yüzeysel şekilde sunduğu belirlenmiştir. TGA yöntemiyle yürütülen su direnci etkinliğinde öğrenciler doğru sonuca ulaşırken sebepleri derinlemesine açıklayan öğrenciler bulunmaktadır. Bu öğrencilerin cevaplarını açıklarken bir önceki hava direnci etkinliğinden elde ettikleri gözlem verilerini kullandıkları ve iki direnci karşılaştırarak sebepleri belirttikleri görülmüştür. TGA yönteminin bu öğrencilerin kavramsal anlamalarını

desteklediği söylenebilir (Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019). Bununla birlikte, dört öğrencinin sebebi ise alternatif kavrama içermektedir. Bu öğrenciler boş bardakta sürtünme kuvvetinin olmadığını bu sebeple madeni paranın daha hızlı şekilde bardağın dibine ulaştığını ifade etmişlerdir. Ancak hemen önce öğrendikleri hava direnci konusunu doğru şekilde yapılandıramamaları sebebiyle boş bardaktaki hava direncini göz ardı ettikleri söylenebilir. *Boş bardakta hava direncinin olmadığını* ifade eden öğrencilerin havanın kütlesi olmadığı düşüncesine sahip oldukları söylenebilir (Kuşakçı-Ekim, 2007; Stavy, 1990). Bu noktada öğrencilerin sahip oldukları yanlışların onların sebepleri belirlemesini etkilediği görülmüştür. Bu doğrultuda elde edilen bulgular, TGA yöntemine göre hazırlanan düzeneklerin öğrencilerin sonuçları belirlemelerinde etkili olduğu ancak sebepleri açığa çıkarmada öğrencilerin gözlem verilerini yorumlayacak kavramsal anlamalarının yetersiz olması nedeniyle eksik yönlerinin olduğu söylenebilir.

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde sebep ve sonuçları keşfetme stratejisine yönelik tasarlanan ilk etkinlik atom modelleri konusunun sonunda yürütülmüştür. Öğrencilerden atomla ilgili çalışmaların bitip bitmediğine yönelik sebep ve sonuç ilişkisi kurmaları istenmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 104’te sunulmuştur.

Tablo 104. Öğrencilerin Atomla İlgili Çalışmaların Devamlılığına Yönelik Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları

Sonuç	Öğrenci kodları	f	Sebep	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru sonuç	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7-Ö10, Ö12-Ö19	17	Derinlemesine sebep	Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö14, Ö17, Ö19	8	Ö8: Bitmemiştir çünkü bizim daha bilmediğimiz çok şeyler var. Bence ileride teknoloji gelişince daha yeni bilgiler elde edeceğiz.
			Yüzeysel sebep	Ö1, Ö9, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18	7	Ö16: Bitmiş olamaz çünkü modern atom teorisi de doğru olmayabilir.
Yanlış sonuç	Ö3	1	Yüzeysel sebep	Ö3	1	Ö3: Atomla ilgili çalışmalar bitmiştir. Atomla ilgili her şeyi biliyoruz.
Boş	Ö22, Ö23	3			-	

Tablo 104’e bakıldığında öğrencilerin büyük çoğunluğunun çalışmaların bitmediğini ifade ettiği görülmektedir. Öğrencilerin sebepleri incelendiğinde ise sekiz öğrencinin derinlemesine olarak sebebini açıkladığı, yedi öğrencinin ise yüzeysel sebep düzeyinde yer aldığı belirlenmiştir. Bir öğrencinin ise atomla ilgili çalışmaların bittiği şeklinde bir sonuca vardığını ve atomla ilgili gerekli bilgilerin elde edildiğini ifade ettiği tespit edilmiştir. Sebeplerini derinlemesine açıklayan öğrencilerin bilimsel bilgidaki değişimi teknolojiyle ilişkilendirdikleri yüzeysel olarak açıklayanların bilgi kaynaklarını sorguladıkları belirlenmiştir. Öğretim sürecinde kullanılan bilgi kartları (Karaca vd., 2021), rol oynama (Duran & Dökme, 2018), düşün-eşleş-paylaş (Syafii, 2018), kullanılan kritik sorular (Santos, 2017) öğrencilerde bilimsel bilginin değişebilirliğine yönelik bir algı oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca, her ne kadar başarılı olmasa da bilim insanlarının kendisinden önce öne sürülen modelde hangi bilimsel bilgiyi değiştirdiği etkinliği (Tablo 67) de öğrencilerin bilimsel

bilginin değişebildiği ve teknolojinin bu değişimdeki etkisini anlamalarında (Adıyaman, 2019; Aygen, 2019; etinkaya, 2019) etkili olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda, öğrencilerin atomla ilgili çalışmaların bitip bitmediğine yönelik sonuç belirleme durumlarının sonuçların sebeplerini ifade etmelerinden daha yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

Bu stratejiye yönelik yürütülen diğer etkinlik karışımları ayırma yöntemlerinde tasarlanmıştır. Öğrencilere rnek bir durum verilmiştir. Durumda bakır ve demir parçacıklarından oluşan karışımı ayırmak için iki yol yer almaktadır. Birinci yol, karışımı kağıt üzerine yaymak ve mıknatısı yaklaştırmak; ikinci yol ise karışımı su dolu behere eklemek ve szmektir. Öğrencilerden doğru yolu seçmeleri ve sebeplerini açıklamaları ve diğer yolu seçmeme sebeplerini de belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu duruma yönelik cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 105’te sunulmuştur.



Tablo 105. Öğrencilerin Karışımları Ayırma Yöntemlerini Seçmeye Yönelik Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları

Sonuç	Öğrenci kodları	f	Ayırma yöntemi		Mıknatısla ayırma yöntemini seçme sebebi		Süzmeyle ayırma yöntemini seçmeme sebebi		
			Sebepler	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Doğru sonuç	Ö1-Ö8, Ö10-Ö22	21	Derinlemesine sebep	Ö1-Ö8, Ö10-Ö17, Ö19, Ö21, Ö22	19	Ö8: Demir mıknatısı çekeceği için bakır kağıtta kalır.	Ö4, Ö7, Ö8, Ö17	4	Ö17: Süzmek için bir katı bir sıvı madde olmalıdır.
			Yüzeysel sebep	Ö20	1	Ö20: Çok kolay şekilde ayrılır.	Ö1-Ö3, Ö5, Ö6, Ö10, Ö12-Ö14, Ö16, Ö18, Ö19, Ö22	13	Ö2: Demir ve bakırı süzersek karışım ayrılmaz.
			Hatalı sebep	Ö18	1	Ö18: Bakır parçalarını çeker.	Ö11, Ö15, Ö20	3	Ö15: Katı-katı olduğu için süzerek ayırırız.
			Boş	-	-	Ö21	-	-	

Tablo 105 incelendiğinde öğrencilerin tamamının doğru sonuç olarak mıknaatla ayırma yöntemini seçtikleri görülmektedir. Öğrencilerin sebeplerine bakıldığında ise çoğu öğrencinin mıknaatın demiri çekme özelliği olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Bir öğrenci yüzeysel şekilde sebebini açıklarken bir öğrenci mıknaatın bakırı çekeceğini ifade ederek hatalı bir sebep sunmuştur. Karışımların ayrılması konusunda bilgi kartlarını kullanarak ölçüt belirleme, düşün-eşleş-paylaş, günlük hayattaki karışım örnekleri hem cevaplama hem de değerlendirme içeren sıralı etkinlikleri tamamlamışlardır. Bu durum, öğrencilerin hem mıknaatla ayırma konusunu öğrendiklerini hem de sebepleri açıklama becerilerini geliştirdiklerini göstermektedir (Swartz, 2012; Swartz & McGuinness, 2014). Bu doğrultuda öğrencilerin sebepleri detaylı açıklamalarında birkaç beceriyi aktif şekilde kullanmalarının ve kavramsal anlamalarının etkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerin süzme yöntemini seçmeme sebepleri incelendiğinde ise büyük kısmının sebebini yüzeysel şekilde ifade ettiği tespit edilmiştir. Dört öğrenci sebeplerini detaylı şekilde açıklarken üç öğrencinin doğru cevap vermelerine rağmen hatalı sebep sundukları belirlenmiştir. Ancak süzme yönteminin neden işe yaramayacağını açıklamada eksiklerinin olduğu görülmektedir. Bu durum süzme yöntemine yönelik öğrencilerin eksik bilgilerinden kaynakladığı düşünülmektedir. Öğrenciler süzme yöntemi ile ayrılacak bir karışımda bile süzmeyi neden seçtiklerini açıklamada yetersiz kalmaktadırlar (Coştu, Ayas, Açıkkar, & Çalık, 2007). Bu doğrultuda, öğrencilerin eksik öğrenmeleri nedeniyle sebeplerini detaylandırmadıkları söylenebilir.

Bu stratejiye yönelik tasarlanan son etkinlik çözünme hızına etki eden faktörlerin belirlenmesi konusunda yürütülmüştür. Her bir faktör için TGA yöntemine uygun üç deney düzeneği hazırlanmıştır. Faktörle ilgili deney yapılmadan önce öğrencilere faktöre ait bir durum verilerek yorumlar oluşturmaları istenmiştir (bakınız Tablo 98). İlk düzenek temas yüzey, ikinci düzenek sıcaklık ve üçüncü düzenek ise karıştırmayla ilgili tasarlanmıştır. Öğrenciler bu düzeneklere yönelik yaptıkları açıklamalardan ve gözlem sonuçlarından yola çıkarak çözünme hızına etki eden faktörleri belirlemeye çalışmışlardır. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen bulgular Tablo 106'da sunulmuştur.

Tablo 106. Çözünme Hızına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesinde Sebep ve Sonuç İlişkisi Kurma Durumları

Faktör	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Temas yüzeyi	Doğru sonuç	Ö1-Ö12, Ö14, Ö16-Ö18, Ö20, Ö21	18	Derinlemesine sebep	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6-Ö8, Ö10-Ö12, Ö14, Ö17, Ö18	12	Ö1: Yüzey alanı fazla olan madde daha hızlı çözünür.
				Yüzeysel sebep	Ö9	1	Ö9: Tane tane olduğu için
				Hatalı sebep	Ö20	1	Ö20: Temas yüzeyi <i>azaldıkça</i> çözünme hızı artar.
				Sebep belirtmeme	Ö3, Ö5, Ö16	3	Ö16: Toz şeker daha hızlı çözünür.
	Boş	Ö22, Ö23	2			-	

Tablo 106'nın devamı

Faktör	Cevap	Öğrenci kodları	f	Açıklama	Öğrenci kodları	f	Örnek cevap
Sıcaklık	Doğru sonuç	Ö1-Ö12, Ö14, Ö16-Ö18, Ö20, Ö21	18	Derinlemesine sebep	Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10-Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö20	11	Ö17: Sıcaklık arttıkça çözünme hızı artar.
				Yüzeysel sebep	Ö1, Ö6, Ö9	3	Ö1: '4' numaralı beher daha hızlı çözünür, daha sıcak.
				Alternatif kavrama içeren sebep	Ö5	1	Ö5: Su sıcak ve buharlaştığı için daha hızlı çözünür.
				Boş	Ö3, Ö18, Ö21	3	-
	Boş	Ö22, Ö23	2			-	
Karıştırma	Doğru sonuç	Ö1-Ö4, Ö6-Ö21	20	Derinlemesine sebep	Ö2-Ö4, Ö6-Ö10, Ö12-Ö17, Ö19	15	Ö7: Karıştırırsak çözünürlük hızı artar, yüzey alanı arttığı için daha hızlı çözünür.
				Sebep belirtmeme	Ö1, Ö11, Ö21	3	Ö21: Karıştırılan çay tatlı olur.
				Boş	Ö18, Ö20	2	-
	Yanlış sonuç	Ö5	1	Sebep belirtmeme	Ö5	1	Ö5: '6' numaralı beherde şeker çözünen olduğu için.
	Boş	Ö22, Ö23	2			-	

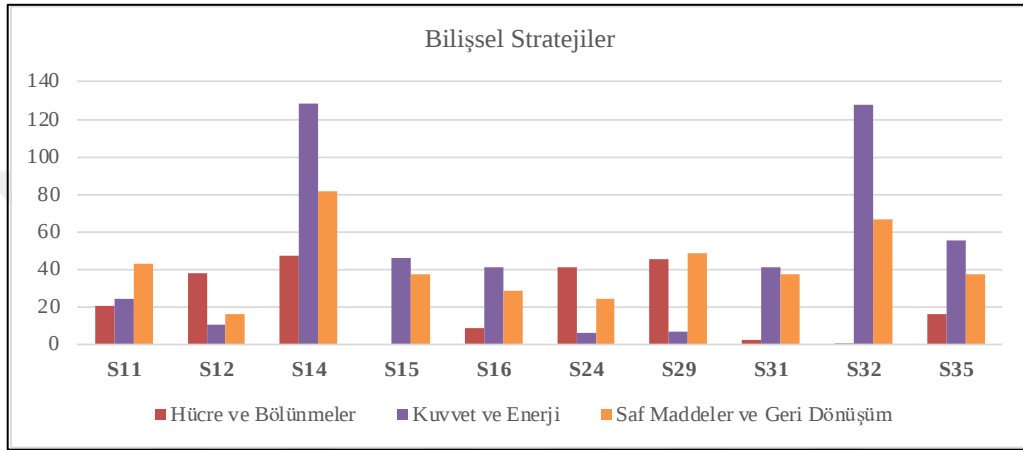
Tablo 106 değişkenlerin tamamı açısından ulaşılan sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin çözünürlüğe etki eden faktörler için doğru gözlem sonuçlarına ulaştıkları görülmektedir. Temas yüzeyi açısından öğrencilerin büyük kısmının sebepleri derinlemesine düzeyde olup, yüzeysel ve hatalı sebep belirten birer öğrenci bulunmaktadır. Sıcaklık faktörü için öğrencilerin büyük kısmı sıcaklık ve çözünme hızı arasındaki ilişkinin sebebini derinlemesine şekilde açıklayabilirken üç öğrenci sebebini yüzeysel olarak belirtmiştir. Karıştırma faktörüne bakıldığında ise doğru sonuca ulaşan öğrencilerin 15'i sebeplerini derinlemesine şekilde açıklarken üç öğrencinin cevaplarında sebebe yönelik ifadeler tespit edilememiştir. Bu noktada tablonun geneline bakıldığında öğrencilerin karışımların ayrılması konusunda sonuca ulaşmada ve gözlemlerinin sebeplerini açıklamada yeterli oldukları söylenebilir. TGA yönteminin öğrencilerin üç değişken için yürütülen deneyler için gözlemlerine dayanarak yorumlar oluşturmalarını (Doğan vd., 2023; Özçelik, 2019), bu kavramlara ilişkin yaşantılarının da bulunması sebebiyle oluşturdukları açıklamalarda yaşantılarıyla yorumları ilişkilendirmelerini ve öğrencilerin sebepleri derinlemesine açıklamasına yardımcı olduğu söylenebilir (Karadüz, 2010; Özbay & Özdemir, 2012). Sıcaklık faktöründe bir öğrencinin sebebini alternatif kavrama içerdiği tespit edilmiştir. Öğrenci her sıcaklıkta olan buharlaşmanın çözünme hızı için bir etken olduğunu belirtmiştir. Sıcaklığın çözünürlüğe etkisiyle ilgili çeşitli alternatif kavramalar (Akgün & Aydın, 2009; Coştu vd., 2007; Rusçuklu & Özdelek, 2019) yer almakla birlikte buharlaşmanın çözünürlüğe etkisine yönelik yanlıya rastlanmamıştır.

Sebep ve sonuçları keşfetme stratejisi (S35), öğrencilerin açığa çıkan bir durumun sonuçlarını ve sebeplerini belirleyebilmesi ve kurulan ilişkileri anlamlandırabilmesiyle ilişkilidir (Paul vd., 1990). Öğrencilerin araştırma sürecinde sebep ve sonuçları belirleme durumlarına bakıldığında sonuçları çoğunlukla doğru şekilde tespit edebildikleri görülmüştür. Planlanan etkinliklerin büyük kısmında öğrenciler bir gözlem sonucunda ya da daha önceki gözlemlerine dayanarak karar vermişler

(Tablo 102, 103, 105 ve 106) ve kararın sebebinin ne olduğunu belirtmişlerdir. Gözlem içeren etkinlikler TGA yöntemiyle yürütülmüş olup öğrenciler seçeneklerden birisini işaretleyerek tahminlerini belirtmişlerdir. Böylece öğrenciler neyi gözlemleyeceklerine yönelik fikir sahibi olmuşlardır (Balaydın & Altınok, 2018; Güngör & Özkan, 2017; Özçelik, 2019). Bu noktada, öğrencilere seçenek sunulduğunda gözlemleyecekleri durumla ilgili düşünce süreçlerini organize edebildikleri için doğru sonuca ulaşma eğilimlerinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu durumu destekler şekilde, hücreyle ilgili yapılmış çalışmalar arasında sebep sonuç ilişkisi kurulmasına yönelik yürütülen etkinlikte öğrencilerin okuduklarından yola çıkarak mantıksal ilişkiler kurmaları beklendiğinden (Epçaçan, 2018) onlara seçenek sunulmamıştır. Öğrencilerin çoğunluğunun düşük ilişkiler kurdukları belirlenmiştir (Tablo 100). Seçeneklerin öğrencilere gözlem sürecinde yol gösterici olması karar verme süreçlerinde kolaylaştırıcı rol üstlendiği düşünülmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin sonuçlara yol açan sebepleri belirlerken gözlemlerini yorumlayarak düşünce süreçlerinden keşfetmeleri gerekmektedir. Ancak, bazı etkinliklerde öğrenciler sebepleri detaylı şekilde belirtebilirken (Tablo 102, 104, 105 ve 106) bazılarında ise sebepleri keşfedebilme durumlarının yüzeysel kaldığı (Tablo 103 ve 105) görülmüştür. Öğrencilerin sebepleri belirleyebildiği etkinliklerin çoğunluğunun gözlem yaptıkları değil durumlar üzerine yöneltilen sorular üzerine olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler bu soruları cevaplandırırken konunun öğretimindeki farklı etkinliklerde edindikleri içerik bilgisini ve geliştirdikleri diğer becerileri sentezleyerek kullanmışlardır. Örneğin, atomla ilgili çalışmaların devam edip etmediğine ilişkin soruyu cevaplama öncesi öğrenciler öğretim süreci boyunca bilgi kartları, rol oynama, düşün-eşleş-paylaş, kritik sorular, sınıf tartışmaları gibi birçok etkinlikte farklı becerileri edinirken kavramsal anlamaları da gelişmiştir. Bu noktada, öğrencilerin durumların sebeplerini detaylandırabilmelerinde kavramsal anlamayı ve beceri kazanımını sağlayarak beraber kullanmalarının (Swartz & McGuinness, 2014) etkili olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, gözleme dayalı etkinlikler konunun öğretimi için tasarlanmış, yani öğrenciler gözlemlerine dayalı sebepleri açıklarken ön öğrenmelerini kullanmışlardır. Öğrenmelerinde alternatif kavramalar bulunan öğrencilerin açıklamalarına bu anlamaları da yansıttığı görülmüştür (Tablo 103 ve 106). Ayrıca, öğrenciler gözlemden elde ettiği verilerde eksiklik olması durumunda sebepleri eksik verilerle belirlemeye çalışmakta (Doğan & Demir, 2023; Karadağlı, 2006; Özbay, 2004; Tomaç, 2012) ve bu durumun sebeplerin yüzeysel şekilde belirlenmesine yol açtığı düşünülmektedir. Bu noktada öğrencilerin sonuçlara ulaşırken sonuca etki eden bazı sebepleri kaçırdıkları söylenebilir. Öğrencilerin düşünce süreçlerinde sebepleri anlamlandırmaya çalışırken yaptıkları çözümlemelerin yüzeysel kalmasına rağmen sonuca ulaşmada doğru işlem süreçlerinden geçmelerinde, konuya ilişkin diğer etkinliklerde elde ettikleri kavramsal altyapıyı ve becerileri işe koşmalarının ve DDÖ yaklaşımı doğrultusunda planlanan öğretimin müdahalesinin de her etkinlikte farklı bir becerinin kullanılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmasının, bu durumu desteklediği düşünülmektedir. İlişkili şekilde tasarlanan etkinliklerin

öğrencilerin kavramsal anlamalarında bulunan eksiklikleri tamamlamalarına (Swartz, 2012) ve doğru sonuçlara ulaşmalarına yardımcı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu noktada, DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen dersinin öğrencilerin sebep ve sonuçları ilişkisini anlamada özellikle sonuçları belirlemede etkili olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin bilişsel stratejileri sınıf içinde gösterme durumları gözlem formlarıyla tespit edilmiştir. Uygulama grubunun araştırmanın yürütüldüğü üç ünite boyunca bilişsel stratejileri davranış haline getirme frekanslarından elde edilen bulgular Grafik 7’de sunulmuştur.



Grafik 7. Bilişsel stratejilerin sınıf içinde gösterilme durumları

Grafik 7 incelendiğinde sınıf içinde davranış olarak en fazla tekrar edilen strateji 14 numaralı sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisi ($\bar{x}$:85,89) iken, davranış olarak en az açığa çıkan strateji ise görüş geliştirme stratejisidir (S12; $\bar{x}$: 21,80). Stratejilerin sınıf içinde gözlenme durumlarının (uç noktalardaki stratejiler; S14 ve S32 hariç) ortalaması 36,56 ile 21,80 arasında değişmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü üniteler yeni kavramları (32 kavram) içermesi nedeniyle bu kavramların özelliklerini belirlemeye yönelik etkinlikler yoğun şekilde yürütülmüştür. Bununla birlikte, her konunun öğretimine bu stratejiyle başlanmış, S14 stratejisinde yürütülen etkinliklerden sonra sınıf konuşmalarıyla kavramın kritik özelliklerine karar verilmiştir. Bu karar verilen özellikler daha sonra farklı stratejilere yönelik yürütülen etkinliklerde öğrenciler tarafından kullanılmıştır. Örneğin, S31 numaralı ilgisiz olgulardan ilgili olanların seçilmesinde öğrenciler kavramların kritik özelliklerinden yararlanmışlardır. Konunun öğretimi için diğer stratejilere yönelik tasarlanan etkinliklerin S14 numaralı stratejinin üzerine yapılandırılması sebebiyle de bu stratejiye yönelik davranışların sıklıkla gösterildiği söylenebilir. S14 haricinde sınıf içinde en fazla açığa çıkan diğer strateji ise akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisidir (S32; $\bar{x}$:64,96). Özellikle Kuvvet ve Enerji ünitesinde yer alan tüm konularda bu stratejiyi içeren etkinlikler yürütülmüştür. Bu durumun açığa çıkmasına sebep olarak yürütülen etkinlik sayısının fazla olması gösterilebilir. Öğrenciler bu stratejiye yönelik tasarlanan etkinliklerde (görsellerle desteklenmiş durumlara ya da

TGA yöntemin tahmin aşaması) gözlem yaparak gözlem verilerini kullanarak ilgili duruma ilişkin yorumlar oluşturmuşlar ya da çıkarımda bulunmuşlardır. Bu etkinliklerden sonra öğrenciler cevaplarını sınıfla paylaşmışlardır. Bu sayede öğrencilerin açıklamalarından yola çıkarak mevcut kavramsal anlamaları hakkında da bilgi sahibi olunmuştur (Karadağlı, 2006; Tomaç, 2012). Alternatif kavramaya sahip öğrenciler tespit edilerek öğretmen bunun yanlışlığını öğrencilere ifade etmiştir (örneğin, şekerin erimesi). Özellikle TGA yönteminin tahmin aşamasında öğrencilerin çıkarımlarının dinlenmesi öğrencilerin kendi görüşlerini gözden geçirmelerini sağlamış ve gözlem aşamasında neyi gözlemleyecekleri konusunda onlara yol göstermiştir (Balaydın & Altınok, 2018; Özçelik, 2019). Bu sayede öğrencilerin bağlantılı etkinliklerde bunu kullanarak sebep sonuç ilişkileri kurabilmeleri sağlanmıştır (örneğin çözünme hızına etki eden faktörler konusu, Tablo 98 ve Tablo 106).

Üniteler bazında stratejilerin gösterilmesi durumu incelendiğinde toplamda en fazla Kuvvet ve Enerji ünitesinde ($\bar{x}$: 48,98), en az sayıda ise Hücre ve Bölünmeler ünitesinde ($\bar{x}$: 22,17) davranış gözlenmiştir. Kuvvet ve Enerji ünitesi ile Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde ($\bar{x}$: 42,30) davranışların gösterilme durumları yakın sayıdadır. Hücre ve Bölünmeler ünitesi DDÖ yaklaşımına yönelik öğretimin gerçekleştirildiği ilk ünite olup öğrencilerin yeni bir duruma uyum sağlamalarını gerektirmesi sebebiyle alıştırmalar ünitesi olarak kabul edilebilir. Bu üniteye etkinliklerin yürütülmesi sırasında her bir stratejiye yönelik öğrencilerle alıştırmalar etkinliği yürütülmüştür. Örneğin, hücreyle ilgili yapılan etkinlik, bilgi kaynaklarının güvenilirliğini sorgulama stratejisini kazandırma üzerine kurgulanmıştır. Öğrencilere stratejinin altyapısını kazandırmak amacıyla optik illüzyon içeren bir görseli inceleyerek her bilginin doğru olmayabileceği ifade edilmiştir. Bilim insanlarının çalışmaları da bu doğrultuda değerlendirilmiştir. Ancak, öğrencilerin burada fark etmeleri istenen durum hem arkadaşlarının hem öğretmenin hem de kendi görüşlerinin sorgulanabileceğinin farkına varmalarıdır (Swartz, 2008). DDÖ yaklaşımında belirtilen öğrencilerin düşüncelerini özgürce ifade etmeleri, arkadaşlarının hatta öğretmenlerinin fikirlerini sorgulamalarını ve bu sürece alışmalarını sağlamak amacıyla (Swartz, 2008) ilk üniteye grup çalışmalarından daha sonra düşün-eşleş-paylaş tekniğinden sıklıkla yararlanılmıştır. Ancak, öğrencilerin ders içinde birbirleriyle düşüncelerini paylaşmaları çoğunlukla öğretmenler tarafından istenmeyen bir davranıştır. Yapılmaması gereken bir davranış olarak kabul edilen bu davranışı bırakmak öğrencilerin alışkanlıklarıyla örtüşmemektedir. Bununla birlikte, pandemi sebebiyle yürütülen uzaktan eğitim sürecinde öğrenciler derslerde genellikle bilgiyi alan kişi rolünü benimsemişlerdir. Ancak, yürütülen öğretim uygulamasında öğrencilerden düşüncelerini paylaşan kişi rolüne geçmelerinin istenmesi yeni bir öğrenme algısının oluşmasına sebep olmuştur. Öğrencilerin bu tür süreçlere alışabilmeleri ve tartışma ortamlarına aktif olarak katılabilmeleri için kendilerini güvende hissedecekleri ve düşüncelerinin arkadaşları tarafından kabul göreceği öğrenme ortamlarının yaratılması özellikle ortaokul dönemindeki öğrenciler için önemlidir (Baysal & Özgenel, 2019;

Cook, 2008; Özgök & Sarı, 2016). Öğrenciler kendilerini güvende ve ait hissetmedikleri ortamlarda eleştirel düşünceler dahi düşüncelerini paylaşmaktan çekineceklerdir. Bu sebeple özellikle ilk ünite olan Hücre ve Bölünmeler ünitesi, öğrencilerin sınıflarındaki yabancıya (araştırmacı) güven duyma ve düşüncelerinin öğretmen ve arkadaşları tarafından kabul edilme kültürünün yaratılma süreci olarak kabul edilebilir. Bu üniteye yürütülen etkinliklerin amacına ulaştığı devam eden ünitelerdeki gözlemlenen davranış sayısının artmasıyla açıklanabilir. Özellikle Kuvvet ve Enerji ünitesinden itibaren öğrencilerin gözlemleyebilecekleri durumların öğrenme ortamına getirilmesi, bu etkinliklerde düşün-eşleş-paylaşın uygulanması öğrencileri düşüncelerini paylaşmayı zorunlu hale getirmiştir (Syafii, 2018). Stratejilerin sınıf içinde gösterilmesinin grup çalışmalarında çekimser kalan öğrencilerin de etkinliklerde düşüncelerini ifade etmelerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu doğrultuda, ilk ünite ile öğrencilerin güven duyma ve ait hissetme ihtiyaçlarının giderilerek ilerleyen üniteler boyunca bilme ve anlama ihtiyaçlarının karşılandığı söylenebilir (Maslow, 1968). Öğrencilerin yürütülen etkinliklere yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 107’de sunulmuştur.

Tablo 107. Öğrencilerin Yürütülen Uygulamaya Yönelik Görüşleri

Kategoriler	Öğrenci cevapları	Öğrenci kodları
Öğrenmeye yardımcı olan etkinlikler	Çalışma kağıtlarındaki görseller	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö17
	Oyun	Ö3, Ö20
	Proje	Ö2, Ö13
	Deney	Ö7
	Benzerlik ve farklılıkları belirleme	Ö12
	Grup çalışmaları	Ö12
Beğenilen etkinlikler	Oyun	Ö3, Ö4, Ö7, Ö12, Ö17, Ö20
	Proje	Ö1, Ö2, Ö8, Ö12, Ö13
	Grup çalışmaları	Ö2, Ö13
	Deneyler	Ö17
Devam etmesi istenilen etkinlikler	Proje	Ö1, Ö2, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13
	Kavramları açık hale getirme	Ö3, Ö7, Ö17
	Model oluşturma	Ö2
	Benzerlik ve farklılık etkinlikleri	Ö4
	Grup çalışmaları	Ö13
	Oyun	Ö20
Zorlanılan etkinlikler	Benzerlik ve farklılıkları belirleme	Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö17
	Transfer etme etkinlikleri	Ö2, Ö17
	Gözlemleri yorumlama	Ö12, Ö13
	Gözlemden önce tahminde bulunma	Ö1
	Grup çalışmaları	Ö20

Öğrencilerin görüşleri incelendiğinde (Tablo 107), çalışma kağıtlarında yer alan görsellerin öğrenmeyi kolaylaştırdığını ifade ettikleri belirlenmiştir. Oyun ve proje bu kategori altında açığa

çıkan diğer etkinlik örnekleri olarak görülmektedir. Benzer olarak oyun ve proje çalışmaları öğrencilerin beğendikleri etkinlikler arasında en fazla ifade edilmiştir. Bu tür çalışmaların öğrencilerin arkadaşlarıyla etkileşim içinde bulunarak öğrendikleri, derse yönelik motivasyonlarının arttığı ve eğlenceli yönü sayesinde düşük katılım gösteren öğrencileri kapsayıcı yönü bulunmaktadır (Çavuş & Balçın, 2017; Yıldız, Şimşek, & Araz, 2016; Zhu, 2012). Öğrencilerin oyun olarak ifade ettikleri element-bileşik tombalası etkinliği, elementlerin ve bileşiklerin kimyasal gösterimlerinin hatırlanması amacıyla yürütülmüştür. Bununla birlikte, etkinliğin uygulanması sırasında öğrenciler (Ö3, Ö7 ve Ö17) eğlendiklerini ifade etmelerine rağmen elde edilen diğer bulgularda elementlerin sembolleri ve kullanım alanlarını öğrenmekte zorlandıkları konu olarak belirtmişlerdir. Bu konunun öğretiminde üzerinde elementlerin sembolleri ve kullanım alanlarının yer aldığı bilgi kartlarından yararlanılmıştır. Öğrenciler bu kartları inceledikten sonra elementlerin ortak kullanım alanlarını belirlemişlerdir. Daha sonra “Ben Kimim?” etkinliğiyle ilgili elementin özelliklerinden yola çıkarak elementi tahmin etmeye çalışmışlardır. Ancak, öğrencilerin elementlerin ortak kullanım alanlarını belirlemede çok başarılı olamadıkları görülmüştür (Tablo 78). Bu noktada, öğrencilerin öğrenmekte zorlandıkları bir konu olan elementler konusunda (Demir & Bayraktar, 2021) farklı etkinliklerin sunulmasının onların öğrenmelerine katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Öğrencilerin öğrenmekte güçlük çektikleri konunun farkında olmalarına rağmen etkinliği eğlenceli olup olmamasına göre değerlendirme eğiliminde oldukları (Karamustafaoğlu & Baran, 2020; Pilten & Pilten, 2013) ve element tombalası etkinliğinin eğlencesine kapılarak bu etkinliğin öğretici kısmını göz ardı ettikleri düşünülmektedir. Öğrencilerin devam etmesini istedikleri etkinliklerin başında proje çalışmaları ve kavramları açık hale getirme etkinliklerinin (S14) olduğu görülmüştür. Proje çalışmalarının öğrencilerin kendi sosyal ortamlarında eğlenerek öğrenmelerine yardımcı olması (Çavuş & Balçın, 2017), bu tür çalışmaların farklı kategoriler altında farklı öğrenciler tarafından ifade edilmesinin sebebi olabilir. Kavramları açık hale getirme etkinlikleri ise konunun temel kavramları hakkında bilgi sağlamaları (Paul vd., 1990) sebebiyle öğrencilerin konunun gidişatına yönelik izlenim edinmelerine yol açmaktadır. S14 numaralı stratejiye yönelik yürütülen etkinlikler her konunun başında konunun kazandırılması hedeflenen kavramlarının özelliklerinin belirlenmesi ve sınıf konuşmalarıyla kritik özelliklere karar verilmesi şeklinde yürütülmüştür. Böylece, öğrenciler edindikleri bilgilerle konunun ilerleyen aşamalarında hazır bulunarak hangi bilgiyi kullanacaklarını bilmenin rahatlığını taşıyor olabilirler. Öğrencilerin zorlandıklarını ifade ettikleri etkinliklere bakıldığında ise benzerlik ve farklılıkları belirleme, gözlemleri yorumlama ve transfer etme etkinliklerinin bu kategori altında yer aldığı görülmektedir. Belirtilen etkinliklerin birden fazla stratejiyi kullanacakları şeklinde tasarlanması ve ilişkisel etkinlikler olması sebebiyle öğrencilerin zorlandığı düşünülmektedir. Örneğin, transfer etme etkinliklerinde öğrenciler ilgili kavramın özelliğini doğru şekilde analiz ettiği takdirde bu etkinliği tamamlayabilmektedir. Aksi halde öğrencilerin değerlendirme için ölçüt geliştirebilmeleri için kavramların özelliklerini doğru şekilde belirleyebilmeleri gerekmektedir.

Benzer şekilde öğrencilerin duruma ya da gözleme ilişkin oluşturdukları yorumların detaylı olması onların sebep ve sonuçları belirleyebilmeyi keşfetmesine olanak sağlamaktadır. Bu sebeple ilişkili stratejilere yönelik yürütülen etkinliklerde ilkinde eksik ya da hatası bulunan öğrencilerin diğer etkinliği tamamlaması için daha fazla çaba harcaması gerekmektedir. Yaşantıda da tek bir becerimizi kullanarak bir probleme çözüm üretmeyiz, farkında olmadan zihinsel süreçlerde bu beceriler ilişkisel çalışır. Hali hazırda Paul vd. (1990) bu stratejileri birbirinden keskin çizgilerle ayırmanın mümkün olmadığını ve beraber kullanıldığında öğrencinin eleştirel düşünebildiğini belirtmiştir. Ancak öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki boşluklar ve zihinsel süreçlerini organize edememelerinin stratejileri birlikte kullanabilmelerini zorlaştırdığı düşünülmektedir. Bu noktada, öğrencilerin birden fazla stratejiyi kullanarak ilişkisel etkinliklerini tamamlama durumlarının kavramsal anlamalarıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

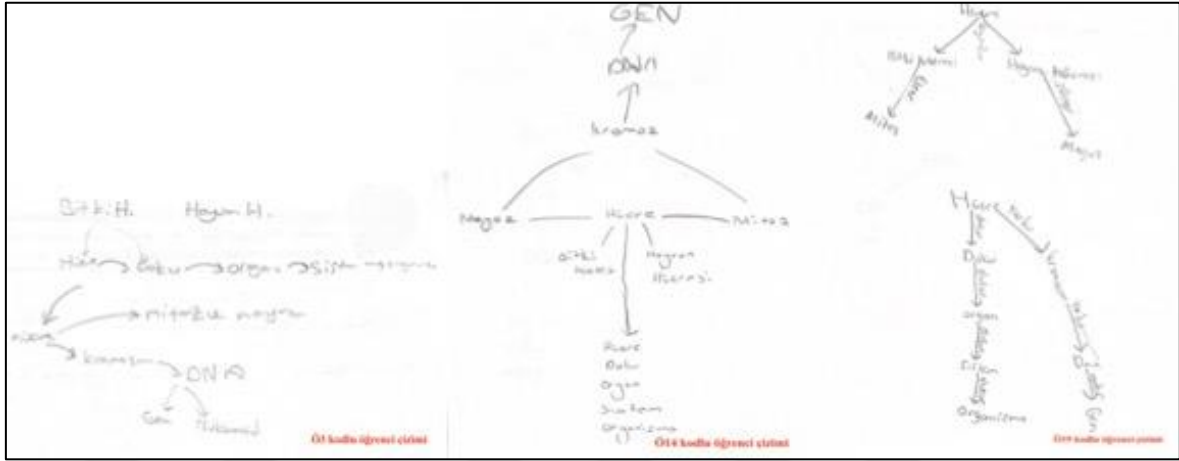
Öğrencilerin öğretimin gerçekleştirildiği ünitelerin kavramlarıyla düşünme ve kavramları birbirleriyle ilişkilendirme düzeylerini belirlemek amacıyla her ünitenin sonunda semantik ağlar kullanılmıştır. Hücre ve Bölünmeler ünitesinin sonunda çizilen semantik ağlara göre öğrencilerin bulundukları düzeyler Tablo 108’de yer almaktadır.

Tablo 108. Hücre ve Bölünmeler Ünitesine Yönelik Çizilen Semantik Ağlar Doğrultusunda Öğrenci Düzeyleri

Ağ \ Düzeyler	4. düzey	3. düzey	f	2. düzey	f	1. düzey	f
Ağın tamamı	-	Ö7, Ö14, Ö16, Ö17, Ö21	5	Ö1-Ö4, Ö6, Ö8, Ö11-Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö23	13	-	-
Temel ve güçlü kavramlar	-	Ö7, Ö16	2	Ö1-Ö3, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17-Ö19, Ö21	13	Ö4, Ö13, Ö23	3
İlişkili kavramlar	-	-	-	Ö16	1	Ö1-Ö4, Ö6-Ö9, Ö11-Ö15, Ö17-Ö19, Ö21, Ö23	17
Bağlantı sayısı	-	Ö1, Ö2, Ö7, Ö8, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17	8	Ö3, Ö4, Ö6, Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö21, Ö23	9	Ö11	1
Ağın yapısı	-	Ö14	1	Ö1-Ö4, Ö6-Ö8, Ö12, Ö13, Ö15-Ö19, Ö21, Ö23	16	Ö11	1

Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik çizilen semantik ağların düzeyleri incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun ikinci düzeyde, beş öğrencinin ise üçüncü düzeye uygun ağlar çizdikleri belirlenmiştir. Birinci ve dördüncü düzeyde çizim bulunmamaktadır. Tablo 108 kriterler bazında incelendiğinde ise, öğrencilerin çoğunluğunun temel ve güçlü kavramlar kriterine göre ikinci düzey aralığında (4-7), ilişkili kavramlar kriterine göre birinci düzey aralığında (1-3) kavramlar kullandıkları belirlenmiştir. Bağlantı sayısı kriterine göre bakıldığında dokuz öğrencinin ikinci düzeyde; sekiz öğrencinin üçüncü düzeyde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, dört öğrencinin hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisinde yer alan kavramlar arasında hatalı ilişki kurduğu belirlenmiştir. Çizilen ağların genel yapısının ise hiyerarşik veya lineer yapıda olduğu, bir öğrencinin çizdiği ağın ayırık yapılar gösterdiği, bir öğrencinin ağının ise geliştirilmesi gereken karmaşık yapıda

olduğu tespit edilmiştir. Dördüncü düzey seviyesine uygun öğrenci çizimi bulunmamaktadır. Öğrencilerin çizimlerinden örnekler Şekil 41’de sunulmuştur.



Şekil 41. Hücre ve bölünmeler ünitesine yönelik semantik ağ örnekleri

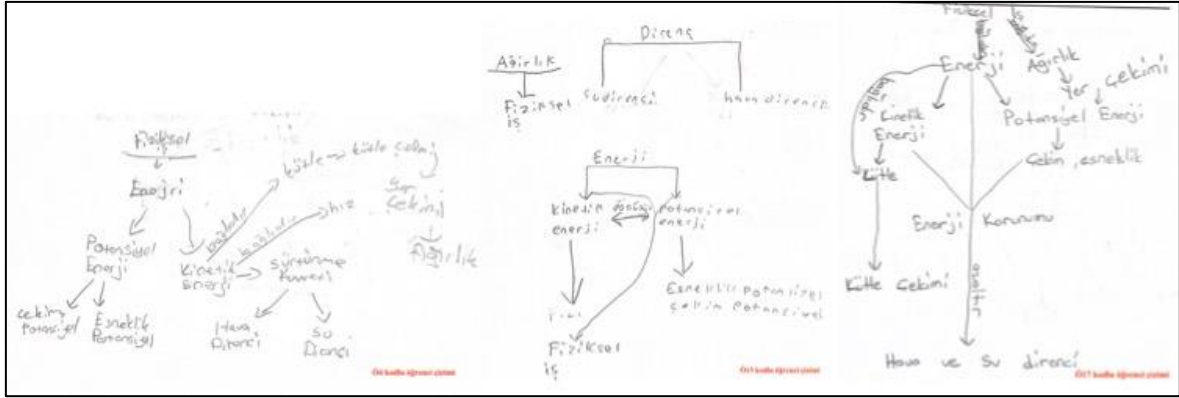
Hücre ve Bölünmeler ünitesinde yürütülen etkinliklerin büyük çoğunluğu konu bazlı olup konular arasında ilişkilerin öğrencilerin tarafından kurulması beklenmiştir. Öğrenciler *hücre* ana kavramını tespit edebilseler dahi hücreyi temele alarak diğer konuların kavramlarını ilişkilendiremedikleri görülmüştür. Örneğin, öğrenciler hücreyi bitki ve hayvan hücresi olarak ayırabilmiş ancak hücrelerin içerdiği organelleri belirtememiştir. Benzer şekilde, bitki ve hayvan hücresiyle mitoz ve mayoz bölünme arasında ilişki kuramamışlardır. Her bir konu kendi alt kavramları içerisinde ilişkilendirilmiştir. Öğretim için tasarlanan etkinliklerin çoğunlukla kavramların analizi, karşılaştırma (bitki-hayvan hücresi, mitoz-mayoz bölünme) ve transfer etme (model üzerinde gösterme, örnek verme vb.) üzerine tasarlanmasının öğrencilerde kavramlar arası ilişkilerin kurulmasına yardımcı olmadığı düşünülmektedir. Öğrencilerin bu kavramlar arasında ilişki kurabilmesi için kendisinin yeni kavramı öğrenirken zihnindeki şemayla ilişkilendirmesi gerekmektedir (Bulut vd., 2021). İlişkilendirmeyi başaramazsa tekil şekilde zihinde yer alan kavram, herhangi bir kavramla hatalı bir bağlantısı dahi olmadığı için çağrışımla hatırlanmayacaktır (Zorlu & Zorlu, 2021). Bu şekilde ilişkiler kurulamaması semantik ağlarda çıkan bağlantı sayısının ikinci düzeyde kalmasına sebep olmuştur. Benzer şekilde, öğrencilerin ilişkili kavramlarda da ikinci düzeyde yer almalarında kavram analizi için yürütülen etkinliklerin (S14) bu kavramların hatırlanmasını sağladığı düşünülmektedir. Öğrenciler temel ve güçlü kavramları hatırlamış ancak bu kavramların alt kavramlarını (hücre için organeller) belirtememişlerdir. Bu noktada, S14 numaralı strateji için yürütülen etkinliklerin temel ve güçlü kavramları kazandırmak için etkili olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, etkinliklerde kullanılan materyallerin (bilgi kartları, kesişim kümeleri, modeller vb.) ilişkili kavramların hatırlanması ve temel ve güçlü kavramlarla ilişkilerinin

kurulmasında yeterli düzeyde katkısının olmadığı ifade edilebilir. Hatırlanamayan ilişkili kavramlar ve kurulamayan ilişkiler sebebiyle (Liu & Hymelo-Silver, 2009) öğrencilerin çizdikleri ağların büyük çoğunluğunun ikinci düzeyde yer aldığı düşünülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü ikinci ünite olan Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik çizilen semantik ağlara göre öğrencilerin bulundukları düzeyler Tablo 109’da yer almaktadır.

Tablo 109. Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Çizilen Semantik Ağlar Doğrultusunda Öğrenci Düzeyleri

Düzeyler Ağ	4. düzey	f	3. düzey	f	2. düzey	f	1. düzey	f
Ağın tamamı	-	-	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16-Ö19	14	Ö6, Ö9, Ö13, Ö15, Ö20-Ö23	8	-	-
Temel ve güçlü kavramlar	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö14, Ö17-Ö19,	10	Ö3, Ö6, Ö10, Ö13, Ö16, Ö20,	6	Ö5, Ö9, Ö15, Ö21-Ö23	6	-	-
İlişkili kavramlar	-	-	-	-	Ö2-Ö5, Ö7, Ö12, Ö14,	7	Ö1, Ö6, Ö8-Ö10, Ö13, Ö15-Ö23	15
Bağlantı sayısı	-	-	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö12, Ö14, Ö16-Ö19	13	Ö6, Ö9, Ö10, Ö13, Ö15, Ö20-Ö23	9	-	-
Ağın yapısı	-	-	Ö1-Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö14-Ö16, Ö18, Ö19	14	Ö6, Ö9, Ö13, Ö17, Ö20-Ö23	8	-	-

Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik çizilen semantik ağlar incelendiğinde, 14 öğrencinin 3. düzeye uygun, sekiz öğrencinin ise ikinci düzeye uygun çizimler yaptığı belirlenmiştir. Birinci ve dördüncü düzey seviyesine uygun semantik ağın yer almadığı tespit edilmiştir. Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik yapılan semantik ağ çizimleri kriterler bazında incelendiğinde, temel ve güçlü kavramlar kategorisinde yoğunluklu olarak öğrencilerin dördüncü düzey aralığında (11-13) olduğu, altışar öğrencinin ise ikinci ve üçüncü düzey aralıklarında yer aldığı belirlenmiştir. İlişkili kavramlar kategorisinde öğrencilerin çoğunluğu birinci düzeyde iken yedi öğrenci ikinci düzey aralığında yer almaktadır. Bağlantı sayısı kriteri incelendiğinde 13 öğrencinin üçüncü düzeyde, dokuz öğrencinin ise ikinci düzeyde bağlantı kurduğu belirlenmiştir. Çizilen ağların çoğunluğunun geliştirilmesi gereken karmaşık, bir kısmının ise lineer veya hiyerarşik yapıda olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin Kuvvet ve Enerji ünitesine yönelik çizdikleri semantik ağlardan örnekler Şekil 42’de yer almaktadır.



Şekil 42. Kuvvet ve enerji ünitesine yönelik semantik ağ örnekleri

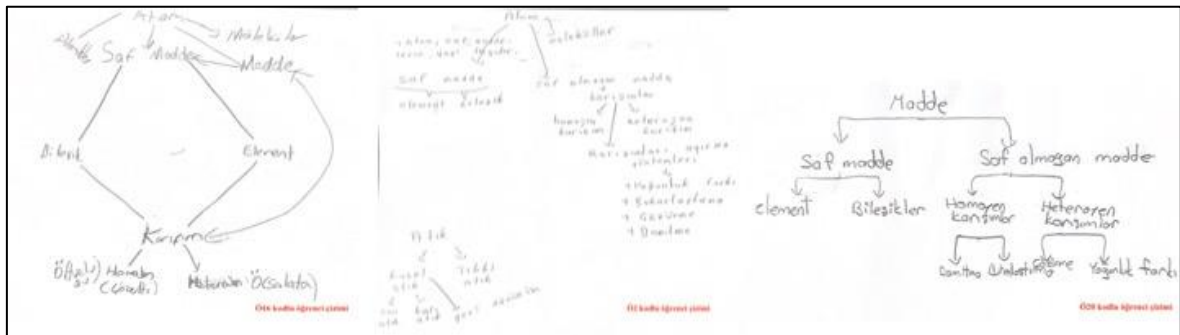
Kuvvet ve Enerji ünitesinde yer alan konular ünitenin doğası gereği birbirleriyle ilişki içindedir (MEB, 2018). Bu ilişkili işleyiş öğrencilerin kavramlar arasında birden fazla bağlantı kurmalarına olanak sağlamıştır. Örneğin, kütle kavramı ilk konuda ağırlıkla sonraki konularda kinetik ve potansiyel enerjiyle ilişkili şekildedir, yani öğrenci kütle kavramıyla neredeyse her derste karşılaşmıştır. Bu şekilde farklı kavramların ünite süresince ilişkili şekilde işlenmesi öğrencilerin zihinlerindeki şemaların da ilişkilendirilmesini sağlamıştır. Öğrencilerin bağlantı sayılarında üçüncü düzeyde olmasında öğretim tasarımının yanında öğretim programının da katkısının olduğu söylenebilir. Bununla birlikte ilişkili kavramların çizilen ağlarda yer bulma durumları oldukça sınırlıdır (Ateskan & Lane, 2018; Karaarslan & Semiz, 2019). Konu öğretiminin S14 numaralı strateji için tasarlanan etkinliklerde başlamasının ve öğrencilerin ilişkili kavramlarla sadece konu içinde karşılaşmalarının bu kavramları daha az sayıda ifade etmelerine sebep olduğu düşünülmektedir. Üniteye temel ve güçlü kavram sayısı diğer ünitelere kıyasla daha az olsa da öğrencilerin kavram analizleri haricinde yürütülen TGA etkinlikleri ve görsellerle desteklenmiş durumlarda aktif şekilde gözlem faaliyetlerinde bulunmaları gözlem verilerini ünitenin kavramlarıyla açıklamaları öğrencilerin bu kavramları ilişkilendirerek şemalarında yer vermelerini sağlamıştır. Bu ilişkilendirme kavramların hatırlanmasına yardımcı olurken ilişkilendirdiği kavramın da açığa çıkmasına sebep olmuştur (Zorlu & Zorlu, 2021). Bu ilişkilendirme sayesinde öğrencilerin temel ve güçlü kavramlarda dördüncü düzeyde olduğu söylenebilir. Ayrıca, kurulan ilişkilerin bağlantı sayısının yüksek olmasını da etkilemektedir. Bununla birlikte, kavramlar arasında kurulan doğru ilişkilerin yanında 10 öğrencinin fiziksel iş ve ağırlık kavramları arasında hatalı bir bağlantı kurdukları görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik alternatif kavrama taşıdıkları söylenebilir. Öğretmen kütle ve ağırlığın günlük yaşantımızda yanlış kullanıldığını ve nasıl ifade edilmesi gerektiğini sıklıkla ders içinde öğrencilere hatırlatmıştır. Ancak, öğrencilerin sınıf içinde yürütülen etkinliklere yönelik görüşlerini ifade ederken alternatif kavrama içeren ifadelerin düzeltilmesine rağmen yaşantılarında yanlış kullanımla sıklıkla karşılaşılması onların bu anlamalarının güçlü olduğu ve yürütülen etkinliklerin ve öğretmenin düzeltmelerinin bu

anlamayı giderecek kadar etkili olmadığı yorumu yapılabilir (Adadan, 2014; Çavdar vd., 2017; Özmen, 2011). Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinin sonunda çizilen semantik ağlara göre öğrencilerin bulundukları düzeyler Tablo 110’da sunulmuştur.

Tablo 110. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm Ünitesine Yönelik Çizilen Semantik Ağlar Doğrultusunda Öğrenci Düzeyleri

Ağ	Düzeyler	4. düzey	3. düzey	f	2. düzey	f	1. düzey	f
Ağın tamamı	-	-	Ö2-Ö4, Ö7, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16, Ö18, Ö19	10	Ö1, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö15, Ö17, Ö20-Ö22	11	-	-
Temel ve güçlü kavramlar	-	-	Ö1-Ö4, Ö6, Ö7, Ö9-Ö14, Ö17-Ö19	15	Ö5, Ö15, Ö16, Ö20-Ö22	6	-	-
İlişkili kavramlar	-	-	-	-	Ö3-Ö5, Ö7, Ö11, Ö13, Ö16, Ö18, Ö19	9	Ö1, Ö2, Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17, Ö20-Ö22	12
Bağlantı sayısı	-	-	Ö2, Ö4, Ö13, Ö14, Ö18	5	Ö1, Ö3, Ö5-Ö7, Ö9-Ö12, Ö15-Ö17, Ö19-Ö22	16	-	-
Ağın yapısı	-	-	Ö16	1	Ö1-Ö8, Ö9-Ö15, Ö17-Ö22	20	-	-

Tablo 110 incelendiğinde, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesine yönelik çizilen semantik ağların ikinci ve üçüncü düzeyde yoğunlaştığı görülmektedir. Birinci ve dördüncü düzeye uygun semantik ağ çizimi bulunmamaktadır. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesine yönelik çizilen semantik ağlar temel ve güçlü kavramlar kriterine göre incelendiğinde, öğrencilerin 15’inin üçüncü düzeyde, altısının ikinci düzeyde bulunduğu görülmüştür. İlişkili kavramlar kriterine bakıldığında 12 öğrencinin birinci düzeyde, dokuz öğrencinin ikinci düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bağlantı sayıları açısından incelendiğinde ise, öğrencilerin çoğunlukla ikinci düzey seviyesinde, beş öğrencinin ise üçüncü düzeye uygun bağlantı kurdukları tespit edilmiştir. Ayrıca, altı öğrencinin çözünme kavramını ayırma yöntemi altında hatalı şekilde gösterdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin çizdiği ağların genel yapısının ise lineer veya hiyerarşik yapıda, bir öğrencinin ise karmaşık ama geliştirilmesi gereken yapıda olduğu görülmüştür. Dördüncü düzey seviyesinde ise herhangi bir öğrencinin cevabı bulunmamaktadır. Öğrencilerin bu üniteye yönelik örnek semantik ağ çizimleri Şekil 43’te sunulmuştur.



Şekil 43. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesine yönelik semantik ağ örnekleri

Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde araştırmada geliştirilmesi hedeflenen stratejilerin tamamına yönelik etkinlikler yürütülmüştür. Ünitenin öğretiminde diğer ünitelerde kullanılan materyaller (bilgi kartları, TGA, modelleme, yapılandırılmış grid) burada da konunun içeriğine uygun olarak tekrar kullanılmıştır. Bu noktada, öğrencilerin tüm süreçler boyunca kazandıklarını bu üniteye göstermesi beklenmektedir. Ancak öğrenciler ağıın tamamında ve değerlendirme kriterlerinde dördüncü düzeye uygun cevaplar verememişlerdir. Öğrenciler temel ve güçlü kavramları belirlemede üçüncü düzeyde yer almaktadır. S14 stratejisi için yürütülen etkinliklerin öğrencilerin temel ve güçlü kavramları belirlemelerinde etkili olduğu ve ilişkili kavramların ağlarda oldukça az sayıda yer aldığı belirlenmiştir. Bu üniteye temel ve güçlü kavram sayısı kadar ilişkili kavram bulunmaktadır. Yürütülen etkinliklerde temel ve güçlü kavramlar öğrencilere ilişkili kavramlarla ilişkilendirilerek öğretilmesine rağmen öğrenciler bunu semantik ağlarına sınırlı olarak yansıtmışlardır. Örneğin, çözünürlüğe etki eden faktörlerin her biri denenerek öğrenilmesine rağmen öğrenciler bu faktörlere ağlarında yer vermemişlerdir. Tüm öğretim sürecinde temel ve güçlü kavramlara daha fazla vurgunun yapılmasının bu sonucun açığa çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, temel ve güçlü kavramları kendi aralarında ve ilişkili kavramlarla ilişkilendirememesi sebebiyle bağlantı sayısı da sınırlıdır. Öğrenciler, genellikle kavramları belirleyebilmekte ancak kavramlar arasında bağlantılar kurmakta zorlanmaktadırlar (Karaarslan & Semiz, 2019; Tripto, Assaraf, & Amit, 2013). Bağlantı sayısının sınırlı olması ağıın yapısını etkileyerek lineer ya da hiyerarşik yapıların oluşmasına etki etmiştir. Bu durumun açığa çıkmasında Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde yer alan kavramların birbirleriyle ilişkili olmasının ancak ilişkilerin Kuvvet ve Enerji ünitesindeki kadar açık ifade edilmemesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin ağlarına yansıttığı kavram sayısının yeterli olup kavramlar arasında bağlantı kuramaması bunun göstergesi olarak kabul edilebilir. Öğrenci ilk konuda atomu ve yapısını öğrenmekte ve ikinci konu olan saf maddeler konusunda elementler ve bileşiklerin atomlardan oluştuğunu öğrenerek bu konu hakkında ilişki kurabilmektedir. Ancak karışımlar konusu ya da devam eden konularda atom kavramı tekrar karşısına çıkmamaktadır (MEB, 2018). Öğretim müdahalesinde bu durumun biraz da olsa önüne geçmek adına karışımlar konusunda, saf madde ve saf olmayan maddelerin atomik yapılarını gösteren görseller dağıtılarak ayırt etme (S31) etkinliği yürütülmüştür. Buna rağmen atom ve karışım arasında bağlantı oluşturabilen öğrenci tespit edilmemiştir. Bu doğrultuda, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinin yoğun, kapsamlı olmasının ve kavramlar arasındaki ilişkilerin örtük şekilde verilmesinin öğrencilerin ağlarında kavramlar arasında bağlantılar kurmasını zorlaştırdığı söylenebilir.

Öğrencilerin ünitelere yönelik çizdikleri semantik ağlara genel olarak bakıldığında ağda yer verilen temel ve güçlü kavram sayısının artış gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, belirtilen ilişkili kavram sayısında da nispeten artış olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin temel ve güçlü kavramlar ile ilişkili kavramları ifade etmelerindeki artış lineer olmasa dahi ikinci ve üçüncü ünitelerdeki kavram

yoğunlukları dikkate alındığında bu artışın önemli olduğu düşünülmektedir. S14 numaralı strateji doğrudan öğrencilerin kavramları öğrenmeleri için tasarlanmıştır. Öğrenciler, ilgili kavramın özelliklerini belirledikten sonra sınıf konuşmalarıyla kritik özelliklere karar verilmiştir. Bu işleğin öğrencilerin kavramları anlamalarına ve hatırlamalarına yardımcı olduğuna inanılmaktadır. Bu noktada, eleştirel düşünmenin ilgili konunun kavramlarıyla düşünme (Nosich, 2018) olduğu göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin ünitenin kavramlarıyla düşünmeye başladığı söylenebilir. Öğrencilerin kavramlar arasında ilişki kurma durumlarının genellikle ikinci ve üçüncü düzeylerde kaldığı sadece Kuvvet ve Enerji ünitesinde dördüncü düzeyde ilişkilerin açığa çıktığı görülmüştür. Bu durumun sebebi öğretim programında Kuvvet ve Enerji ünitesinin hem uygulama yürütülen ünitelere kıyasla temel ve güçlü kavram sayısının daha az olması (f: 13) hem de kavramlar arasında ilişkilerin kurulacak şekilde yapılandırılmasından kaynaklanıyor olabilir. Örneğin; kütle kavramı, ilk konuda ağırlık kavramıyla daha sonra enerji konusuyla ilişkilendirilerek öğretilmektedir. DDÖ yaklaşımıyla hazırlanan etkinlikler de öğrencilerin kavramla ünite boyunca sürekli karşılaşması ve kütle kavramını diğer kavramlarla beraber düşünmesine yol açacak şekilde tasarlanmıştır. Örneğin, öğrenciler, kütle kavramı ağırlık kavramıyla ölçüt geliştirme, kinetik ve potansiyel enerji kavramlarıyla ölçüt geliştirme ve akılcı çıkarımlar, yorumlar oluşturma stratejilerini kullandıkları etkinliklerde yer almıştır. Bu sayede öğrenciler kütle kavramının ilk konuda ağırlık, yer çekimi kavramlarıyla ilişkili olduğunu fark etmiştir. Enerji konusunda ise kütlenin kinetik ve potansiyel enerjiler için birer ölçüt olduğunu ve ona bağlı olarak değiştiğini öğrenmişlerdir. Bu noktada, DDÖ yaklaşımının, Kuvvet ve Enerji ünitesi için öğrencilerin bu ünitenin kavramlarıyla düşünmesini teşvik ettiği (Reza & Azizah, 2019; Smart-Morstad, 2012) ve öğrencilerde bir düşünme rutini oluşmasına yardımcı olduğu (Tajudin vd., 2019) söylenebilir. Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde yer alan temel ve güçlü kavram sayısı diğer ünitelerden fazla sayıda (f: 23) olup beş konu içermektedir. İlk konu maddenin tanecikli yapısı ile son konu evsel atıklar ve geri dönüşüm konuları arasında bir önceki ünite de olduğu gibi bir ilişkinin öğretim programında yer almaması sebebiyle DDÖ yaklaşımıyla yürütülen öğretim uygulamalarında da benzer bir yol tercih edilerek öğrencilerin konular ve kavramlar arasında ilişkiyi zihinlerinde kendilerinin yapılandırmaları beklenmiştir. Ancak öğrencilerin semantik ağlarında evsel atık ve geri dönüşüm konusuna yönelik kavramları ünitenin diğer konularının kavramlarıyla ilişkilendiremedikleri ve ayrı ağlar şeklinde çizdikleri ya da ağlarında bu kavramlara yer vermedikleri belirlenmiştir (Şekil 42). Her ne kadar öğrencilerin temel ve güçlü kavram sayıları yeterli düzeyde görünse de kavramlar arasındaki ilişkileri göstermek için kategorilendirme, organize etme gibi alt becerileri kullanamadıkları (Fuad vd., 2017) tespit edilmiştir. Bu noktada öğrenciler ünitenin kelimeleri ile düşünebilmekte (Smart-Morstad, 2012) ancak kelimeler arasında bağlantılar kurmakta zorluk çekmektedirler (Karaarslan-Semiz & Teksöz, 2019). Bu üniteye yönelik öğretim tasarımında bazı kavramların kısmen hatırlatılmasının ilerleyen konularda yapılsa dahi yeterli olmadığı görülmüştür. Örneğin, atom kavramı karışımlar konusunda

yer almamaktadır. Saf olmayan maddelerin atomik yapılarının yer aldığı görseller dağıtılarak ayırt etme etkinliği yürütülmüştür. Öğrenciler etkinlik bazında başarılı olsalar dahi kavramları zihinlerindeki şemalarda yer bulmadığı için hatırlanmamıştır (Zorlu & Zorlu, 2021). Bu doğrultuda, kavramların ilişkilendirilmeden öğretilmesi durumunda öğrencilerin ünitenin kavramları arasındaki ilişkiyi sınıflama, sıralama, organize etme gibi becerileri kullanarak kendilerinin kurması gerektiğinde, konu içindeki kavramlar arasında bağlantıları daha kolay kurabildikleri, farklı konuların kavramları arasında bağlantılar kurmakta kısmen yetersiz kaldıkları söylenebilir. Bununla beraber, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinin bir kısmında yarıyıl tatilinin olması ve araştırmanın yürütüldüğü eğitim öğretim yılında Covid-19 pandemisinin devam etmesi sebebiyle sınıfın bir hafta kapanması gibi etkenler öğrencilerin evsel atık ve geri dönüşüm kavramlarını diğer konularla ilişkilendirmelerini zorlaştırmış olabilir.

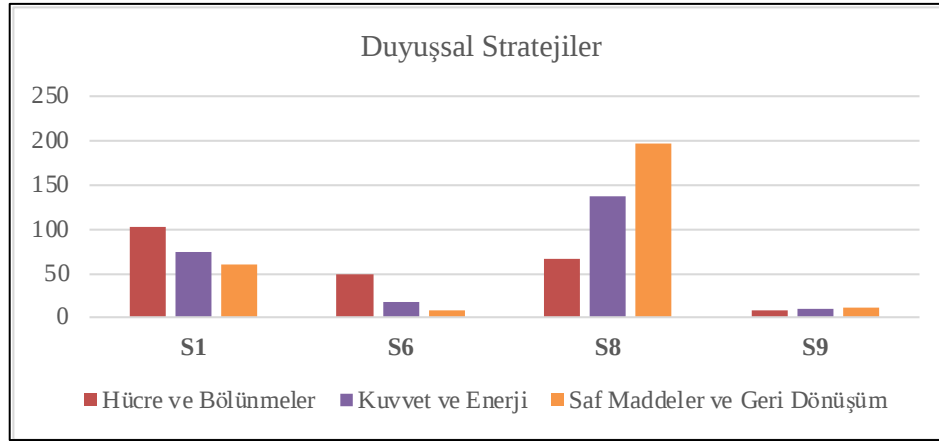
Bağlantı sayılarıyla ilişkili olarak öğrencilerin çizdikleri ağların yapısının çoğunlukla lineer veya hiyerarşik olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin kavramlar arasında kurdukları bağlantı sayısının sınırlı olması ağın yapısının da lineer ya da hiyerarşik olmasını etkilemiştir. Bu durumun, çizilen ağlarda öğrencilerin aynı konu içinde yer alan kavramlar arasında daha kolay şekilde bağlantılar kurabilmesi farklı konular arasındaki bağlantıların daha sınırlı olmasından kaynaklığı düşünülmektedir. Örneğin, öğrenci madde üst başlığını saf madde ve saf olmayan madde olarak ayırabilmekte ve saf maddeyle bileşik ve element arasında bağlantı kurabilmektedir. Saf olmayan maddeyi ise homojen karışım ve heterojen karışım olarak ayırabilmektedir. Ancak daha sonra öğrendiği atık kavramını madde kavramıyla ilişkilendirememektedir. Bu durum öğrencilerin her ne kadar ünitelerin kavramlarıyla düşünebilseler (Reza & Azizah, 2019; Smart-Morstad, 2012) bile kavramlar arasında kurdukları bağlantıların çoğunlukla konu içerisinde kaldığını göstermektedir (Karaarslan-Semiz & Teksöz, 2019; Liu & Hymelo-Siver, 2009; Tripto vd., 2013). Semantik ağlar öğrencilerin ilgili üniteye yönelik zihinsel şemaları hakkında bilgi sunmaktadır (Bulut vd., 2021). Yeni bir kavram öğrenilirken bireyler yeni kavramı zihinlerindeki şemada yer alan diğer kavramlarla ilişkilendirir ve şemadaki bilgiyi düzenler. Yeni kavram doğru şemayla ilişkilendirilirse uzun süreli hafızaya kaydedilir ve hatırlanması kolaylaşır (Zorlu & Zorlu, 2021). Ünitelerin kavramları arasında ilişki kurularak öğretim gerçekleştirilmeye çalışılsa dahi öğrencinin zihnindeki yapılandırılma süreci öğrencinin şemalarıyla sınırlıdır. Öğrencinin kavramları sınıflandırma, sıralama becerisi onun zihnindeki şemaları da etkileyecektir (Fuad vd., 2017). Bu noktada, öğrenci yeni öğrendiği konunun kavramlarını var olan şemalarıyla ilişkilendirebildiğinde zihnindeki şemalar da karmaşık ağ olmaya başlayacaktır. Ancak bu bağlantıyı kuramazsa zihnindeki şemalar ayrıık şekilde bulunacaktır. Bu doğrultuda, öğrencilerin araştırmada yer alan kavramları hatırlasalar dahi kavramları öğretim sürecinde diğer şemalarla ilişkilendirememeleri sadece ilgili konunun kavramlarıyla bağlantı kurmaları sebebiyle farklı konuların kavramları arasında sınırlı bağlantıların kurulduğu ve karmaşık ağların oluşmadığı söylenebilir.

Öğrencilerin bilişsel stratejilerdeki gelişimlerini izlemek için kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara genel olarak bakıldığında, sınıf için gözlemlerde en fazla açığa çıkan stratejinin sözcükleri ve söz öbeklerini analiz etme stratejisi (S14) olduğu belirlenmiştir (Grafik 7). Bu stratejiye yönelik öğretim materyallerinden elde edilen bulgulardan da öğrencilerin kavramların özelliklerini analiz etmede iyi düzeyde oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bu stratejilerde edindikleri becerileri kullanabildikleri semantik ağlarda açığa çıkan kavram sayısının yüksek olmasıyla açıklanabilir. Bu doğrultuda, S14 stratejisi için tasarlanan kavramların özelliklerinin belirlenmesi ve kritik özelliğinin tespit edilmesi etkinliklerinin kavramların öğrenilmesinde ve hatırlanmasında etkili olduğu söylenebilir. Araştırmanın yürütüldüğü üç ünite süresince sınıf içi davranışlarda oldukça fazla gözlenen (Grafik 7) akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisinde (S32), öğrencilerin iyi düzeyde olduğunu öğretim materyallerinden elde edilen bulgular da göstermektedir. Yürütülen etkinliklerde öğrenciler gözlemlerine ilişkin oluşturdukları yorumları çalışma kağıtlarına not aldıktan sonra düşün-eşleş-paylaş tekniğiyle önce sıra arkadaşıyla daha sonra sınıf tartışmasıyla diğer arkadaşları ve öğretmeniyle paylaşmışlardır. Uygulama öğretmeni sınıf tartışmaları süresince öğrencileri düşüncelerini ifade etmeleri için motive ederek desteklemiştir. Bu doğrultuda düşün-eşleş-paylaş tekniğinin, sınıf tartışmalarının ve öğretmenin tutumunun bu stratejinin gelişiminde etkili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, bazı öğrenciler gözleme yönelik yorum oluşturmada zorlandıklarını belirtmişlerdir (Tablo 107). Bu öğrencilerin eksik gözlem verileri nedeniyle yorum oluşturmamaları ya da yorumlarını destekleyememeleri (Doğan & Demir, 2023; Özbay, 2004) onların bu stratejiye yönelik yürütülen etkinlikleri zor bulmalarına yol açmış olabilir. Öğrencilerin en az ilerleme kaydettiği stratejinin görüş geliştirme stratejisinin (S12) olduğu belirlenmiştir. Öğretim materyallerinden elde edilen verilerde öğrencilerin görüşlerinin yüzeysel kaldığı görülmüştür. Benzer şekilde, sınıf içi davranışlarda en az açığa çıkan stratejinin S12 olduğu tespit edilmiştir (Grafik 7). Üniteler bazında incelendiğinde S12 stratejisinin ilk ünite olan Hücre ve Bölünmeler ünitesinde daha fazla gösterildiği belirlenmiştir. Bu üniteye tasarlanan etkinliklerin büyük kısmı grup çalışması şeklinde yürütülmüştür. Grup çalışmalarında gruplar öğrencilerin kendi istedikleri kişiler tarafından oluşturulmuştur, yani gruplar öğrencilerin sosyal çevrelerini içermektedir. Bu çalışmalar sırasında öğrenciler görüşlerini ilk olarak kabul gördüğü sosyal çevresiyle, daha sonra sınıftaki diğer arkadaşlarıyla paylaşmaktadır. Öğrenciler, görüşleri sosyal ortamlarında kabul gördükten sonra dış dünyayla paylaşmada daha rahat hissetmektedirler (Baysal & Özgenel, 2019; Cook, 2008; Özgök & Sarı, 2016). Öğrenciler için sosyal çevrelerinden kabul görmenin önemli olduğunun bir göstergesi olarak yürütülen görüşmelerde sevdikleri ya da devam etmesini istedikleri etkinlikler arasında grup ya da proje çalışmalarının yer alması söylenebilir (Tablo 107). Bu doğrultuda, grup çalışmalarının öğrencilerde kabul edilme duygusunu sağlaması sebebiyle (İspir & Yıldız, 2019) görüşlerini ifade etmeyi desteklediği söylenebilir. İlerleyen ünitelerde ise grup çalışmalarında çekingen öğrencilerin sessiz kaldıklarının

gözlenmesi sebebiyle düşün-eşleş-paylaş tekniği sıklıkla kullanılarak öğrenciler sıra arkadaşlarıyla ikili düşünme süreçleri geçirmeleri sağlanmıştır (Syafii, 2018). Sıra arkadaşıyla yürütülen çalışmalarda bu stratejiye yönelik ilerlemenin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu noktada, düşün-eşleş-paylaş tekniğinin yürütülmesi sırasında öğrencilerin, görüşlerinin kabul göreceği akranlarıyla partner olmadığı durumda görüşlerini sınıftaki diğer arkadaşlarıyla paylaşmaktan kaçındıkları şeklinde yorumlanabilir. Üniteler ilerledikçe öğretim materyallerinden elde edilen verilerde öğrencilerin stratejilerdeki durumlarının iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, öğrencilerin sınıf içi davranışları incelendiğinde de Kuvvet ve Enerji ile Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitelerinde stratejileri gösterme durumlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genellikle bilgiyi alan, belirli konular hariç aktif şekilde bilgi üretme sürecinde bulunmayan öğrenciler, öğrenme alışkanlıklarından farklı bir öğrenme yaklaşımına maruz bırakılmışlardır. DDÖ yaklaşımında bilginin üretilmesi ve paylaşılması (Swartz, 2012; Swartz & McGuinness, 2014) öğrencilerin alışkanlıkları ile uyusmamaktadır. Bu sebeple öğrencilerin öğrenme alışkanlıklarının değişmesi ve düşünme rutinin oluşması için zamana ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Bununla birlikte, özellikle ilk ünite boyunca pandemi sürecinde öğrencilerin değişen yazma alışkanlıkları nedeniyle bir anda yoğun bir öğretime maruz bırakılmalarının öğrencileri yorduğu ve sıkıttığı (Bayram, Bıyık, & Gölbaşı, 2021; Canoğulları vd., 2022), ve öğretim materyallerini doldururken hata yapma duygusuna sahip olmaları sebebiyle öğrencilerin düşüncelerini saklama eğiliminde oldukları (Çarkıt & Yalçın, 2017; Hamarta, 2009; Nedim-Bal & Öner, 2014) gözlenmiştir. Bu sorunları aşmak için öğretim materyallerindeki etkinlikler sadeleştirilmiştir. Uygulama öğretmeni ise, öğrencilerin yanlış cevaplarından dolayı kaygı taşımamalarının önüne geçmek adına öğrencileri cesaretlendirici davranışlar sergileyerek yönelttiği sorularla öğrencilerin doğru cevaba ulaşmasını sağlamıştır (Snyder & Snyder, 2008). Bu sayede öğrencilere uygun düşünme süreçleri geçirirlerse doğru cevaba ulaşabilecekleri farkındalığı kazandırılmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda yürütülen etkinliklerin sadeleştirilmesinin ve öğretmenin hoşgörülü ve yol gösterici tutumunun öğrencilerin araştırmanın ilerleyen süreçlerinde daha fazla davranış sergilemelerinde ve iyi düzeyde cevap vermelerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

4. 4. Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersinin Öğrencilerin Duyuşsal Stratejilerine Etkisi

Tasarlanan öğretim müdahalesinin öğrencilerin duyuşsal stratejilere sahip olma durumlarındaki değişimini belirlemek amacıyla gözlem formu, düşünce günlükleri, kavramsal anlama testlerinde yer alan öz-değerlendirme soruları ve görüşmeler kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü üniteler süresince öğrencilerin duyuşsal stratejileri gösterme durumları Grafik 8’de sunulmuştur.

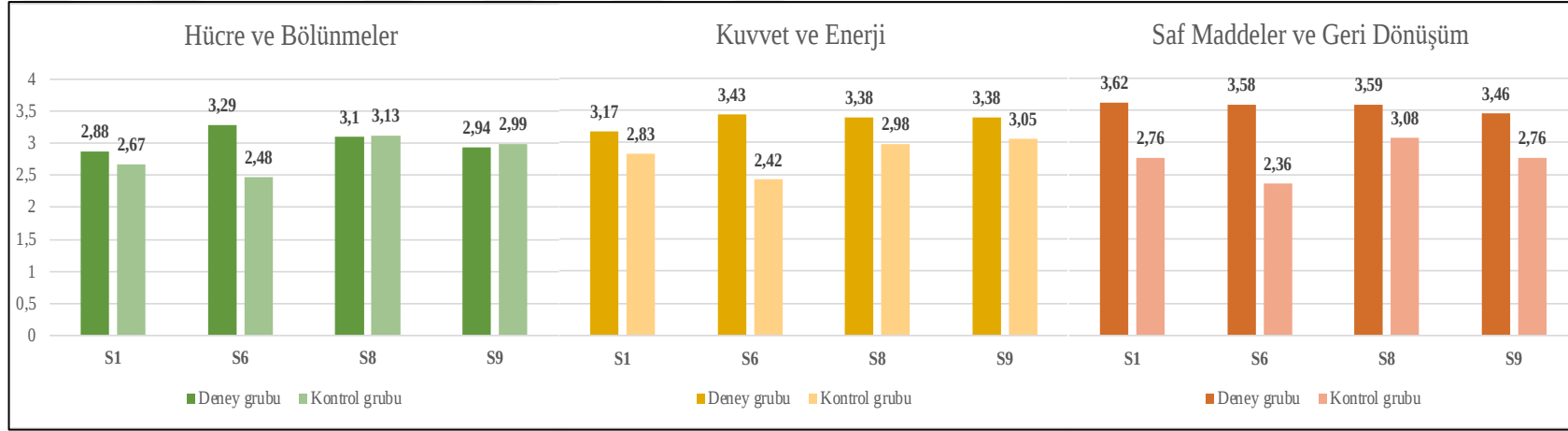


Grafik 8. Duyuşsal stratejilerin sınıf içinde gösterilme durumları

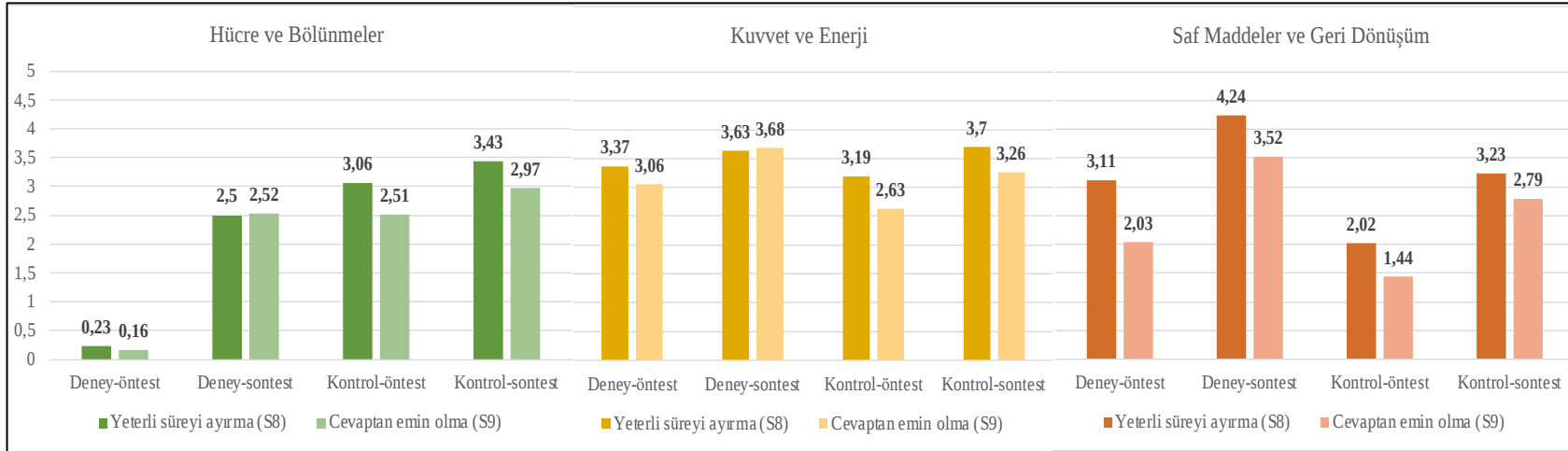
Grafik 8'e bakıldığında, öğrencilerin sınıf içerisinde en fazla gösterdikleri stratejinin zihinsel düşünme azmi geliştirme becerisi (S8; $\bar{x}$: 133,50) olduğu görülmektedir. Bu stratejiye yönelik frekansların düzenli olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin yürütülen etkinlikleri tamamlama, sorulara cevap arama gibi durumlar karşısında pes etmedikleri ve çaba harcadıkları söylenebilir. Araştırma sürecinde en az gözlenen stratejinin düşünme becerisine güven duyma stratejisi (S9; $\bar{x}$: 9,82) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum öğrencilerin, akranlarının önerdiği fikirleri analiz etmede eksik kaldığı ve okul dışı problemleri çözemediklerini göstermektedir. Öğrenciler grup çalışmalarında ya da düşün-eşleş-paylaş etkinliklerinde görüşlerini arkadaşlarına etkinlik içerisinde belirterek yine o etkinlik içerisinde değerlendirmişlerdir. Ancak, sınıf tartışmaları sırasında görüşünü paylaşan arkadaşını değerlendiren öğrenci oldukça azdır. Öğrenciler genellikle bariz hatalı cevap veren öğrencileri düzeltmişler diğer durumlarda sessiz kalma ya da onaylama davranışı göstermişlerdir. Bu noktada, öğretim süreci içerisinde düşünceyi ifade etmenin kaygı hissettirecek bir davranış olmadığı öğrencilere sürekli telkin edilmesine rağmen öğrencilerin benmerkezci düşünerek arkadaşının hatasını düzeltmesi halinde sosyal grubundan dışlanacağı korkusu taşıdıkları düşünülmektedir (Nedim-Bal & Öner, 2014). Bağımsız düşünme (S1) ve zihinsel düşünme cesareti geliştirme (S6) stratejilerinin gözlenme durumlarının üniteler ilerledikçe azaldığı belirlenmiştir. Araştırmanın özellikle ilk ünitesinde yürütülen etkinlikler grup çalışmalarını içermekteydi. Öğrencilerin bir grubun içine dahil olduklarında arkadaşlarının düşüncelerini sorgulayabildikleri ve onların düşüncelerinden bağımsız fikir üretebildikleri gözlemlenirken akabinde sınıf tartışması şeklinde yürütülen etkinliklerde çekimser kaldıkları görülmüştür. Bu noktada öğrencilerin küçük gruplar içerisinde bu stratejileri daha aktif şekilde kullanabildikleri söylenebilir. Özellikle ortaokul öğrencileri, kendi sosyal ortamlarında fikirlerinin kabul göreceğine yönelik inançları yüksek olduğundan, düşüncelerini daha rahat ifade etmekte ve olumlu deneyimleri de bu durumu pekiştirmektedir (Baysal & Özgenel, 2019; Cook, 2008; Nedim-Bal & Öner, 2014). Pilot çalışmada da etkinlikler 3-4 kişilik küçük gruplarla yürütülmüş ancak öğrenciler burada ürettikleri fikirleri

sınıfla paylaşmaktan çekinmemişlerdir. Bu sebeple etkinliklerin yürütülme biçiminde değişiklik yapılma ihtiyacı duyulmamıştır. Yürütülen çalışmada, küçük gruplar öğrencilerin kendileri tarafından oluşturulmuş olup çoğunlukla kendi sosyal çevrelerinden arkadaşlarını içermekteydi. Öğrencilerin oluşturdukları bu gruplarda kendilerini daha rahat hissettikleri için eleştirel tartışma ortamına katıldıkları söylenebilir. Öğrencilerin sınıf içerisinde düşünceleri sorgulama ve kendi düşüncelerini paylaşabilme durumlarının ise sınırlı olduğu ve yürütülen etkinliklerin bu stratejilerin gelişimini desteklemediği ifade edilebilir. Bu durumun önüne geçmek adına her öğrencinin düşüncelerini ifade etmesini sağlamak amacıyla düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri sıklıkla kullanılmıştır. Öğrenciler ikili çalışmalarda sürekli olarak görüş geliştirip görüşleri değerlendirmişlerdir. Ancak sınıf tartışmalarında arkadaşlarının görüşlerini değerlendirmeme eğilimlerini devam ettirmişlerdir. Gözlemden elde edilen bulguların da aynı noktaya işaret etmesi, öğrencilerin sınıfın tamamı tarafından kabul edilmeme çekincelerinin devam ettiği şeklinde yorumlanabilir.

Her konunun sonunda öğrencilerin o konuya yönelik kendi düşünce süreçlerini değerlendirmelerini sağlamak amacıyla düşünce günlükleri kullanılmıştır. Benzer şekilde öğrenciler KAT'ın duyuşsal boyutunda, testte yer alan her bir soru için S8 ve S9 stratejileri için kendilerini değerlendirmişlerdir. Öğrenciler her iki araca da 1 ile 5 arasında puan vermişlerdir. Her iki test için sınıfın eğilimi hesaplanmıştır. Düşünce günlüklerinden elde edilen bulgular Grafik 9, KAT'larda yer alan duyuşsal boyuttan elde edilen bulgular Grafik 10'da sunulmuştur.



Grafik 9. Düşünce günlükleri



Grafik 10. Duyuşsal boyut – KAT

Grafik 9'a bakıldığında Hücre ve Bölünmeler ünitesinde yer alan konularda S1 (bağımsız düşünme) ve S6 (zihinsel düşünme cesareti geliştirme) stratejilerinde öğrencilerin kendilerini değerlendirmelerinde deney grubu öğrencilerinin, S8 (zihinsel düşünme azmi geliştirme) ve S9 (düşünme becerisine güven duyma) stratejilerinde ise kontrol grubu öğrencilerinin ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Kuvvet ve Enerji ile Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitelerinde tüm duyuşsal stratejilerde deney grubu öğrencilerinin ortalamaları kontrol grubu öğrencilerinden yüksektir. Deney grubu öğrencilerinin üniteler ilerledikçe stratejilere yönelik ortalamaları düzenli şekilde artış göstermekte ve en yüksek ortalamalar Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde bulunmaktadır. Kontrol grubunda ise S1, S8 ve S9 stratejilerinde düzensiz bir eğilim görülürken, S6 stratejisinin ortalamasının düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte ünitelerin tamamında öğrencilerin stratejilere yönelik kendilerini değerlendirmeleri orta düzeyde (2,34-3,67) bulunmaktadır. DDÖ yaklaşımıyla yürütülen öğretim uygulamasının deney grubu öğrencilerinin duyuşsal stratejilerini kısmen geliştirdiği söylenebilir. Öğrencilerin yüksek düzeye çıkamamaları öğretim yönteminin eksik kaldığı yönlerinin olduğunu göstermektedir. DDÖ yaklaşımı çoğunlukla düşünme becerilerinin bilişsel boyutunun kazandırılmasına odaklansa da (Swartz, 2008), eleştirel düşünme öğrencilerin arkadaşlarıyla ve öğretmenle sürekli iletişim halinde olduğu, düşüncelerini ifade etmeleri için teşvik edildiği ve her fikrin sorgulanabildiği bir öğrenme ortamında gerçekleşir (Ennis, 2013; Santos, 2017; Vieira vd., 2011). Hücre ve Bölünmeler ünitesinde öğrenciler düşüncelerini ifade etme, düşüncelerini gözden geçirme ve arkadaşlarının düşüncelerini analiz etme gibi davranışlarda öğretmen tarafından sürekli olarak teşvik edilmişlerdir. İlerleyen süreçlerde öğrencilerde bu düşünme kültürünün oluştuğuna inanılarak teşvik edici sözler ve davranışlarda azalma olmuştur. Öğrencilerin değerlendirme ortalamaları yükselmeye devam etmiş ancak ortalamalarının yüksek düzeye geçememesi öğrencilerin cesaretlendirilmeye ve kendilerini güvende duymaya devam etmesinin önemli olduğunu göstermektedir (Cook, 2008; Nedim-Bal & Öner, 2014). Bu durumda, oluşturulan öğrenme ortamında etkinlikler yürütülürken öğrencilerin duyuşsal olarak sürekli ve düzenli şekilde desteklemesinin önemli olduğu söylenebilir. Kontrol grubu ortalamalarının düzensiz bir eğilim göstermesinin nedeni öğrencilerin düşünce süreçlerine yönelik farkındalıklarının gelişmemesi olabilir. Kontrol grubundaki uygulamalar ise öğretmen merkezli şekilde kitaptan ve akıllı tahta üzerinde soru çözümü şeklinde yürütülmüştür. Öğrenciler soru çözümünde hata yaptıklarında akranlarının düşüncelerini belirttikleri görülmüştür. Öğretmen tarafından öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini sorgulamaları için özel bir çaba harcanmamış, yürütülen etkinliklerde de bu öğrenme ortamı oluşmamıştır. Öğretmen merkezli uygulamaların yürütüldüğü kontrol grubundaki fen derslerinin öğrencileri kendi düşüncelerini özellikle de arkadaşlarının düşüncelerini sorgulamak için teşvik etmediği düşünüldüğünde (Donohue, Buck & Akerson, 2020) ortalamaların düzensiz eğilim göstermesi makul görünmektedir. Bu durum, öğrencilerin düşünceyi yapılandırma sürecini

bilmemeleri sebebiyle bir düşüncenin geliştirilmesi için tarafsız olma, önyargılardan sıyrılma gibi duyuşsal stratejileri etkin olarak kullanamadıkları şeklinde yorumlanabilir.

Deney grubundaki öğrencilerin duyuşsal strateji ortalamalarının üniteler ilerledikçe arttığı belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü ilk ünite ile son ünite arasında ortalaması en fazla artan strateji bağımsız düşünme stratejisi (S1) iken, en az artış gösteren zihinsel düşünme cesareti geliştirme stratejisidir (S6). DDÖ yaklaşımıyla tasarlanan etkinliklerin büyük çoğunluğu düşün-eşleş-paylaş tekniğiyle yürütülmüştür. Tekniğin doğası gereği öğrenciler soruyu kendileri cevapladıktan sonra arkadaşlarıyla fikirlerini paylaşarak birbirlerinin düşüncelerini sorgular ve kendi düşüncelerini de gözden geçirirler (Kaddoura, 2013; Sampsel, 2013; Syafii, 2018). Grup çalışmaları dışında yürütülen etkinliklerde öğrenciler sıra arkadaşlarıyla eşleşerek düşünme faaliyetlerini gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin kendi değerlendirmeleri sonucunda, düşün-eşleş-paylaş tekniğinin hem kendi düşüncelerini hem de sıra arkadaşlarının düşüncelerini sorgulamada etkili olduğu görülmektedir (Grafik 9). Öğrencilerin bağımsız düşünme stratejisi ortalamalarındaki artış onların bu düşünme rutinine uyum sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte en az artış olan zihinsel düşünme cesareti gösterme (S6) stratejisinde öğrencilere yönetilen sorular grup çalışmasında kendi düşüncelerini ifade etme ve arkadaşlarının düşüncelerini sorgulama üzerinedir. Öğrenciler her ne kadar ikili çalışma ekiplerinde bu düşünme süreçlerini gerçekleştirebilseler de büyük grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları kendi sosyal çevrelerinden olmayan kişileri de içermekteydi. Bu sebeple öğrencilerin bu düşünce süreçlerini güvenli ortamlarının dışında taşıyamadıkları (Baysal & Özgenel, 2019; Hamarta, 2009; Nedim-Bal & Öner, 2014) söylenebilir.

Grafik 10 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin S8 (zihinsel düşünme azmi geliştirme) ve S9 (düşünme becerisine güven duyma) stratejilerinde son-test ortalamasının ön-test ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum öğretim yöntemi fark etmeksizin kavramsal anlamaları artan öğrencilerin hem düşünme için yeterli süreyi ayırdıkları hem de düşüncelerine güvenlerinin arttığı şeklinde yorumlanabilir. Eleştirel düşünmenin kavramlar üzerine amaçlı düşünme (Paul & Elder, 2016) olduğu göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin kavramsal bilgilerinin artmasıyla amaçlı düşünmeye başladıkları söylenebilir. Her iki grupta yürütülen fen dersiyse kavramsal anlamaları gelişen öğrencilerin sorular için hangi bilgiyi kullanacağını belirleyebilmesi (Halpern, 2003) sayesinde soruya cevap ararken amaçlı düşünceleri sağlanmıştır. Özellikle ilk ünite olan Hücre ve Bölünmeler ünitesinin ön-testinde deney grubu öğrencilerinin ortalamalarının oldukça düşük olduğu ve zayıf düzeyde kaldığı belirlenmiştir. Öğrencilerden her sorunun altında yer alan ifadelerle 1 ile 5 arasında davranışı gerçekleştirme durumlarına göre puan vermeleri istenmiştir. Ancak, öğrencilerin büyük kısmının 1'in soluna bir kutucuk daha çizerek 0 yazdığı görülmüştür. Bu noktada bu öğrencilerin duyuşsal olarak eksik olmalarının yanında soruları cevaplamaya yönelik önyargılarının olduğu ve sahip oldukları yargıların kendilerini tarafsız şekilde değerlendirmelerini engellediği çıkarımında bulunulabilir. Uygulamanın ilerleyen süreçlerinde,

öğrencilerin soruları cevaplayamayacaklarına yönelik önyargılarından sıyrılarak çaba gösterdikleri ve öğrencilerin ön-testlerde dahil olmak üzere stratejilere yönelik ortalamalarının yükseldiği görülmüştür. DDÖ yaklaşımıyla yürütülen derslerde öğrenciler, öğretmen bilgiyi aktarmadan da öğrenebileceklerinin farkına varmışlardır. Örneğin, öğrenciler kinetik enerjinin bağlı olduğu değişkenleri belirlerken önce sunulan durumla ilgili çıkarımda bulunmuşlar sonra ölçütü belirlemişlerdir. Bu sayede bilgi kaynağı rolüne geçen öğrenciler kendi düşünce üretme süreçlerine güven duymaya başlamışlardır (Soysal & Rahmard, 2018). Böylece, tasarlanan öğretim müdahalesinin öğrencileri daha ılımlı bir anlayış geliştirmeye ve mevcut kavramsal anlamalarıyla çaba göstermeye teşvik ettiği ifade edilebilir. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi öğrenciler gözlemlerine dayanarak çıkarımda bulunurken ön bilgilerini de kullanarak yorumlar oluşturabileceği gibi sadece gözlem verilerini de kullanabilir. Bu durumda öğrencilerin ön-testlerde ortalamalarının artmasında kavramsal anlamaları yetersiz olsa dahi sorudaki görsellerden ya da metinlerden yararlanarak soruya cevap vermek için çaba harcamalarının etkisinin olduğu söylenebilir. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilerin her iki stratejide son-test ortalamalarının, ön-test ortalamalarının ait olduğu düzeyden bir üst düzeye yükseldiği belirlenmiştir. Örneğin, Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm ünitesinde uygulanan KAT'ın ön-testinde zihinsel düşünme azmi geliştirme stratejisinde (S8) öğrenciler orta düzeyde (2,34-3,67) iken son-testte yüksek düzeyde (3,68-5) yer almışlardır. Benzer şekilde, düşünme becerisine güven duyma stratejisinde (S9) ön-testte zayıf düzeyde (1-2,33) bulunan öğrenciler son-testte orta düzeye (2,34-3,67) çıkmışlardır. Öğretim süreci içerisinde yapılan her etkinlik öğrencinin bir bilgiyi keşfederken ya da aktarırken bir strateji kullanması üzerine kurgulanmıştır. Bu etkinliklerle öğrenciler bilgiyi keşfederek kavramsal anlamalarını artırmış, grup çalışmaları ve düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri sayesinde kendi düşüncelerine güven duymaları sağlanmıştır (Kaddoura, 2013; Yuliati vd., 2018). Öğrencilerin artan güveni onların etkinlikleri tamamlama motivasyonlarını artırmıştır. Bilişsel stratejilerden elde edilen bulgularda etkinlikleri tamamlamaktan kaçınan öğrenci sayısının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu noktada, DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen öğretiminin öğrencilerin bu stratejilerinin gelişimine olumlu katkısı olduğu söylenebilir. Öğrencilerle duyuşsal stratejilere yönelik yürütülen uygulama öncesi ve sonrası görüşmelerden elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak Tablo 111'de sunulmuştur.

Tablo 111. Öğrenci Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular

Sorular	Ön görüşme		Son görüşme	
	Örnek cevap	Öğrenci kodları	Örnek cevap	Öğrenci kodları
Soru 1	Düşünmek zorunda bırakma	Ö1, Ö13	Etkinlikler nedeniyle düşünmek zorunda kalma	Ö2, Ö4, Ö13, Ö17
			Biraz düşündürme	Ö1, Ö3, Ö7, Ö8, Ö12
	Bazen, zor sorularda düşünme	Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö17, Ö20	Görsellerin ipucu olması	Ö2
			Düşünmek zorunda bırakmama	Ö20
Soru 2	Kendi isteği	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17	Kendi isteği	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17
	Öğretmen isteği	Ö20	Öğretmen isteği	Ö20
Soru 3	Öğretmenin söylediklerinin doğru, hata yapabilir	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17, Ö20	Güncel bilgiler sonradan değişebilir şekilde doğru	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17, Ö20
	Öğretmenin yanlış ifadelerini düzeltme	Ö1, Ö2, Ö3		
	Öğretmenin yanlış ifadelerini bazen düzeltme	Ö4, Ö7, Ö12, Ö13, Ö17		
	Öğretmenin yanlış ifadelerini düzeltmeme	Ö8, Ö20		
	Kitapta yer alan bilgilerin tamamı doğru	Ö3, Ö4, Ö8		
Soru 4	Kitapta hatalı bilgiler yer alabilir	Ö1, Ö2, Ö7, Ö12, Ö13, Ö17, Ö20	Düşünceyi arkadaşıyla paylaşma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17, Ö20
	Öğretmene sorma	Ö1, Ö3, Ö12, Ö17	Öğretmene sorma	Ö17, Ö20
	Araştırma	Ö2, Ö7, Ö12	Kitaptan cevabı kontrol etme	Ö12
	Fikir üzerine düşünme	Ö4, Ö7, Ö8, Ö13		
	Arkadaşa sorma	Ö4		
Soru 5	Fikri yok	Ö20	Öğretmene sorduktan sonra cevabı düzeltme	Ö1, Ö12, Ö13, Ö17
	Düşüncenin doğruluğunu araştırma	Ö1	Cevabı kontrol ettikten sonra cevabı düzeltme	Ö2, Ö3
	Öğretmene sorma	Ö3	Cevabı arkadaşıyla tartışım	Ö4, Ö17
	Üzülme	Ö4, Ö7, Ö17, Ö20	Üzülme	Ö7, Ö17
	Düşünce üzerine düşünme	Ö8	Doğrusunu öğrenmeye çalışma	Ö8
	Fikrinin yanlış olduğunu kabul etme	Ö1, Ö4, Ö7, Ö20		
	Düşünceyi değiştirmeme	Ö12, Ö13		

Tablo 111'in devamı

Sorular	Ön görüşme		Son görüşme	
	Örnek cevap	Öğrenci kodları	Örnek cevap	Öğrenci kodları
Soru 6	Yanlış düşünceyi ifade etme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17, Ö20	Yanlış düşünceyi ifade etme	Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö13, Ö17, Ö20
			Hatalı düşünceyi düzeltme	Ö1, Ö2, Ö7, Ö12
			Öğretmene düşünceyi doğrulatma	Ö17
Soru 7	İlişkilendirmeme	Ö3, Ö8, Ö13, Ö20	Olayları ilgili konuyla ilişkilendirmeye çalışma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13, Ö17, Ö20
	Benzetim yapma	Ö2, Ö4		
	Olayları görünce konuyu hatırlama	Ö7, Ö17		
	Önceki senelerle ilişkilendirme	Ö1		
	Zaman buldukça yapma	Ö12		
Soru 8	Kendi düşüncesine yakın olanı destekleme	Ö1, Ö2	Çelişen cevapları karşılaştırma	Ö2, Ö7, Ö8, Ö17
	Öğretmene sorma	Ö2, Ö7		
	Kendi fikrinin yanlış olduğunu düşünme	Ö8, Ö20	Kendi düşüncesiyle cevapları karşılaştırma	Ö4, Ö12, Ö20
	Arkadaşına özel olarak söyleme	Ö12		
	Arkadaşları tarafından engellenme	Ö13	Öğretmene sorma	Ö3, Ö13
	Fark etmeme	Ö17		
	Arkadaşlarıyla toplu ifade etme	Ö3	Öğretmenin açıklamasıyla karşılaştırarak karar verme	Ö1
	Çelişen fikirleri birbirlerine düşündürtme	Ö4		

Tablo 111'e birinci soru açısından bakıldığında, görüşmeye katılan öğrencilerin büyük çoğunluğunun uygulama öncesinde yürütülen fen derslerinde öğretmenin yönelttiği zor sorularda düşündüklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin bu soruya uygulama sonrasında verdikleri cevaplar incelendiğinde ise benzer şekilde öğrencilerin yarısının fen dersinin biraz düşündürdüğünü, dört öğrenci ise etkinlikler sebebiyle düşünmek zorunda kaldıklarını ifade etmişlerdir. DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen derslerinden sonra öğrencilerin düşünme kavramına yönelik algılarının değiştiği söylenebilir. Öğrenciler düşünmek zorunda kalmayı cevabın hemen hatırlanmamasıyla ilişkilendirmişlerdir. Cevabı hatırlanmayan ya da hemen çözümü bulunamayan soruları zor olarak nitelendirerek yanıtlamaları için gereken zihinsel çabayı "*düşünmek zorunda kalma*" olarak tanımlamışlardır. Son görüşmelerde, öğrencilerin düşünme eyleminin sadece zor sorulara cevap ararken değil etkinlik yaparken bile yapıldığını fark ettikleri görülmektedir. Araştırmada yürütülen etkinliklerin birçoğu hemen çözüme ulaşmayan ancak etkinlik ve materyal üzerine biraz düşünüldüğünde cevaba ulaşılabilir şekilde tasarlanmıştır. Öğrencilerin etkinliklerde geçirdikleri zihinsel süreçler uygulamadan sonra onları çözüme ulaştıran araçlar olmuştur. Hatta Ö2 kodlu öğrenci çalışma kağıtlarında yer alan görsellerin düşünmeyi kolaylaştıran yardımcı araç olarak kullandığını belirtmiştir. Hem DDÖ yaklaşımının doğası hem de eleştirel düşünme stratejilerini kullanmaları gereken etkinlikler öğrencileri düşünmeye yönlendirmiştir (Paul & Elder, 2008; Paul vd., 1990; Swartz, 2012). Bununla birlikte, DDÖ yaklaşımıyla birlikte eleştirel düşünme stratejilerinin öğretiminde kullanılan yaklaşımlardan konu tabanlı yaklaşımda her derste öğrencilere hangi stratejiyi kullanacakları belirtilmiştir. Bu sayede öğrencilerin her derste bir düşünme sürecinden geçtiklerini bilerek etkinliklere yaklaşımlarının, onların düşünme kavramına yönelik algılarının değişmesine katkısının olduğu söylenebilir (Resnick, 1987; Swartz, 1987; Swartz & Reagon, 1998).

İkinci soruda öğrencilerin derslere katılma motivasyonun ön ve son görüşme sonuçlarına göre değişmediği görülmektedir. Ö20 kodlu öğrenci hariç diğer öğrenciler kendi istekleriyle derse katıldıklarını belirtmişlerdir. Öğretmeni söz verdiği müddetçe derse katıldığını ifade eden Ö20, bu durumu utangaç olmasıyla açıklamıştır. Kendilerini utangaç olarak tanımlayan bireyler, kendi yeterliklerine yönelik algılarının düşük olması sebebiyle hata yapma ya da gülünç duruma düşme gibi inançlarla bulundukları ortamda kendilerini güvende hissetmemekte ve bu inanç onların eyleme geçmesini engellemektedir (Erol, 2017). DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen dersi sonucunda Ö20 kodlu öğrencinin derse katılma motivasyonunda bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Eleştirel düşünmenin duygulardan bağımsız şekilde akıl yürütmeye dayandığı (Paul vd., 1990) dikkate alındığında Ö20 kodlu öğrencide bu konuda bir gelişme sağlanmadığı söylenebilir. Bu öğrenci özelinde düşüncelerini rahatça ifade edebileceği bir öğrenme ortamının oluşturulmadığı ya da tasarlanan öğretim ortamının hali hazırda kendini utangaç olarak tanımlayan öğrenciler için ihtiyaç duyulan güven ortamını sağlamada yetersiz kaldığı ifade edilebilir.

Üçüncü soruya ön görüşmede verilen cevaplar incelendiğinde öğrenciler, öğretmenlerinin verdikleri bilgilerde ya da ders kitaplarında hata olmasının istenmeden yapılabileceğini vurgulamışlardır. Bu durumu fark edebildiklerini ancak her zaman bunu ifade etmediklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu soruya son görüşmede verdikleri cevaba bakıldığında güncel bilgilerin sonradan değişebilir şekilde doğru olduğu konusunda hemfikir oldukları görülmüştür. Öğrenciler cevaplarına gerekçe olarak atomun yapısına yönelik sunulan modellerin yıllar içerisinde hatalı bilgilerinden arınarak bilinen modelin elde edilmesini sunmuşlardır. Modern atom teorisinin günümüz için geçerli olduğunu teknolojik çalışmalar devam ettikçe değişme ihtimalini vurgulayarak kitaplarda yazan ya da öğretmenin aktardığı bilgilerin şu an geçerli olan bilgiler olduğunu ifade etmişlerdir. Atom modelleri konusunda bilgi kaynaklarının güvenilirliğini değerlendirmeye yönelik yürütülen etkinlikte öğrencilerin bunu başaramadıkları görülmüştür (Tablo 67). Ancak konuya yönelik yürütülen sınıf tartışmalarında ve sorgulama etkinliklerinde (Tablo 73) öğrencilerin düşüncelerinin birbirlerinin görüşlerinden yararlanarak şekillendiği belirlenmiştir. Bu noktada, DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen bilimleri dersi sonunda öğrencilerin ders kitaplarını ve öğretmenlerini sorgulamanın da ötesine geçerek bilim insanlarının öne sürdüğü bilgilerin değişebileceği ve salt doğrunun olmadığı fikrini benimsedikleri söylenebilir. Öğrencilerin öne sürülen bilgiyi ya da düşünceyi sahibinden bağımsız olarak analiz etme ve değerlendirmede (Paul & Elder, 2008) farkındalık kazanmışlar ve bu kazanımı da bir fen konusuyla ilişkilendirerek açıklayabilmişlerdir. Öğrencilerin DDÖ yaklaşımının kazandıkları becerileri ve edindikleri içerik bilgisini beraber kullanmaya yönelik doğası sayesinde (Swartz & McGuinness, 2014) düşünme rutini oluşturdıkları ve kavramsal bilgilerini karşılaştıkları okul içi ve dışı problemlerin çözümünde kullanabildikleri belirlenmiştir (Swartz, 2012; Tajudin vd., 2019).

Öğrencilere yöneltilen dördüncü soruda arkadaşlarının fikirlerinde hatalı ya da eksik noktaların olduğunu fark ettiklerinde nasıl davrandıkları irdelenmiştir. Ön görüşmede verilen cevaplar incelendiğinde öğretmene sorma ve öne sürülen fikir üzerine düşünme kodları öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, uygulama sürecinden önce öğrencilerin öğretmenlerini epistemik otorite olarak kabul ederek hatalı olduğunu düşündükleri fikri/cevabı doğrulatma ihtiyacı duydukları söylenebilir. Öğrencilerin bilgi edinme süreçlerinde en aktif role sahip öğretmenlerin bilgi kaynağı olarak görülmesi doğal bir durumdur (Kenç, 2011; Örekli, 2022). Araştırma sürecinden önce bilgi otoritesi görülen öğretmen dışında farklı bilgi kaynağına yönelen öğrenci sayısı sınırlıdır (araştırma kodu). DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen dersleri sonunda, süreçte sıklıkla kullanılan düşün-eşleş-paylaş etkinlikleri sayesinde edindikleri alışkanlıktan ötürü öğrencilerin kendi fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşma eğiliminde oldukları görülmüştür. Buna ek olarak üç öğrencinin bilgi kaynaklarına düşüncelerini onaylatma isteğinin devam ettiği belirlenmiştir. Yürütülen öğretim müdahalesinde kullanılan düşün-eşleş-paylaş tekniğinin öğrencilerin arkadaşlarının fikirlerini sorgulama ve kendi düşüncelerini paylaşmaya teşvik etmesi bu değişimin nedeni olarak kabul

edilebilir (Sampsel, 2013; Syafii, 2018). Uygulama öncesinde mevcut öğretim programının anlayışıyla yürütülen derslerde öğrenme ürünlerini öğretmenin kontrol ettiği ve bütünüyle öğretmenin otoritesinde bir süreç işlemekteydi. Ancak öğrenci merkezli DDÖ yaklaşımıyla yürütülen ve sıklıkla kullanılan düşün-eşleş-paylaş tekniği sayesinde öğrenciler geliştirdikleri fikirlerle arkadaşlarının öğrenmesine bilişsel katkı sağlamışlardır. Öğrencilerin bilişsel olarak aktif olduğu öğretim uygulamalarında, öğretmen otoritesini öğrencilerle paylaşmaktadır (Glaser, 1986; Soysal & Rahmard, 2018). Öğrenciler birbirleriyle iletişim halinde oldukları, düşünceyi sorguladıkları ve tartıştıkları öğrenme ortamlarında bilgi üretimine katkı sağlayarak bilgi kaynağı rolüne geçerler (Soysal & Rahmard, 2018). DDÖ yaklaşımı sayesinde öğrencilerin öğrenmelerine fırsat verilmesiyle öğretmenin epistemik otoritesini öğrencileriyle paylaşması sağlanmıştır. Düşün-eşleş-paylaş tekniğinin düşün aşamasında öğrenciler soruya yönelik geliştirdikleri cevapları eşleştirdiği arkadaşlarıyla paylaşmış daha sonra arkadaşlarının fikirlerini dinleyerek onların fikirlerini değerlendirmiştir (Sampsel, 2013). Yapılan uygulamanın öğrencilerin kendi düşünce üretme süreçlerine güven duymalarına katkı sağlayarak arkadaşlarının fikirlerine katılmadıkları noktaları ifade etmelerine destek olduğu söylenebilir.

Görüşmelerde yer alan beşinci soruda öğretmenin sorduğu soruya öğrencinin verdiği cevabın yanlış olduğunu arkadaşının söylemesi üzerine nasıl bir tutum ve davranış sergileyeceği sorulmuştur. Ön görüşmelerde öğrencilerin kötü yorumlara üzülmeye ve fikrinin yanlış olduğunu kabul etme kodlarının daha fazla sayıda ifade edildiği görülmektedir. Öğrencilerin onaylanmama durumunda duygusal tepkiler verdikleri ve kendi düşüncelerinin hatalı olduğunu kabul etme eğiliminde oldukları (Nedim-Bal & Öner, 2014) söylenebilir. Uygulama öncesinde öğrencilerin yaşadıkları olumsuz duygular sebebiyle düşüncelerinin doğruluğunu analiz edememeleri zihinsel düşünme azimlerinin oldukça düşük olmasıyla açıklanabilir (Paul vd., 1990). Son görüşmelerde verilen cevaplara bakıldığında ise öğrencilerin cevaplarını onaylatma ya da kontrol etme ve cevabını arkadaşıyla tartışma davranışlarını sergileyeceklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Arkadaşının davranışına üzüleceğini ifade eden öğrenciler (Ö7, Ö17) de bulunmakla birlikte bu öğrenciler farklı çabalar göstereceğini de eklemişlerdir. Bu noktada, öğretim ortamında öğrencilerin her cevabı için öğretmen tarafından desteklenmesinin, doğru cevap için cesaretlendirilmesinin, yanlış cevap için araştırmaya sevk edilmesinin ve yanlış cevabın doğrusuyla değiştirilmesinin öğrencilerde bir düşünme rutinin oluşmasına katkı sağladığı (Tajudin vd., 2019) ve olumsuz duygularına rağmen doğru bilgiyi takip etme motivasyonlarının (Hamarta, 2009) düşünme azimlerini olumlu etkilediği söylenebilir (Paul vd., 1990).

Öğrencilere yöneltilen altıncı soruda öne sürdükleri fikirlerin yanlış olduğunu fark etmeleri durumunda nasıl davranacakları sorulmuştur. Ön görüşmede öğrencilerin tamamı yanlış düşüncesini arkadaşına ifade edeceğini belirtmiştir. Son görüşmede bu davranışa ilave olarak öğrenciler hatalı düşünceyi düzeltme ve öğretmene düşünceyi doğrulatma eylemlerini gerçekleştireceklerini ifade

etmişlerdir. Hem ön hem son görüşmelerde öğrencilerin hatalı düşüncelerini kabul ederek arkadaşlarına ifade etmeleri onların entelektüel iyi niyet ve dürüstlüğe sahip olduklarına işaret etmektedir. Ego, olumlu ya da olumsuz şekilde devreye girdiğinde bireylerin düşüncelerindeki tutarlı ve tutarsız durumları dürüstçe ifade etmelerini oldukça zorlaştırır (Paul vd., 1990). Bu doğrultuda öğrencilerin egolarından etkilenmeyerek iyi niyetli ve dürüst bir yaklaşımla arkadaşlarına yaklaştıkları söylenebilir. Aynı zamanda hatalı düşünceyi düzeltme davranışını sergileyen öğrencilerin ben-merkezli düşünmeyerek tarafsız düşünmeyi işe koştukları ifade edilebilir (Akınoğlu, 2001; Paul vd., 1990).

Görüşmelerdeki yedinci soruda öğrencilere fen konularını önceki öğrenmeleri ya da okul dışı yaşantılarıyla ilişkilendirme durumları sorulmuştur. Ön görüşmede dört öğrenci herhangi bir ilişkilendirme yapmadığını söylerken, iki öğrenci benzetim yaptığını, birer öğrenci ise önceki senelerde işlenen konularla ilişkilendirdiğini ve zaman buldukça ilişkilendirmeye çalıştığını ifade etmiştir. Ayrıca, iki öğrenci özellikle ilişkilendirmeye çalışmadığını olayları görünce konuyu hatırladığını belirtmiştir. Son görüşmelerden elde edilen bulgulara bakıldığında ise öğrencilerin tamamının fen konularını günlük yaşantılarıyla ilişkilendirdiklerini ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin verdikleri örnekler arasında renkli reklam panolarını görünce neon gazını hatırlamaları (Ö1, Ö2) ya da annelerinin çözünme kavramı yerine erime kavramını kullanımını düzeltmeleri (Ö3, Ö17) yer almaktadır. Bu noktada, öğrencilerin öğrendikleri konuları içselleştirerek doğru şekilde transfer edebildikleri görülmektedir. DDÖ yaklaşımının üçüncü adımında öğrencilerin düşünme becerilerini gündelik yaşantılarında kullanmalarının sağlanmasına vurgu vardır (Swartz, 2012; Swartz & McGuinness, 2014). Yürütülen öğretim uygulamasında da bu noktaya dikkat edilerek eleştirel düşünme stratejilerini içeren etkinliklerle öğrencilerin düşüncelerini genişletmeleri hedeflenmiştir. Görüşmeye katılan öğrencilerin tamamının cevapları ve örnekleri dikkate alındığında DDÖ yaklaşımının öğrencilerin fen konularını günlük yaşantılarıyla ilişkilendirmelerine katkı sağladığı söylenebilir.

Görüşmelerde yer alan sekizinci soruda öğrencilere çelişen iki cevaba karşın nasıl davranış gösterdikleri sorulmuştur. Ön görüşmeler sırasında ikişer öğrencinin kendi düşüncesine yakın olan cevabı desteklediği, öğretmene sorduğu ve kendi cevabının yanlış olduğu düşüncesine sahip oldukları belirlenmiştir. Bu noktada öğrencilerin tarafsız düşünememeleri sebebiyle kendi düşüncelerini değiştirme eğiliminde oldukları söylenebilir. Ayrıca, öğrencilerin utanmaları sebebiyle çelişen durumları arkadaşlarına özel ya da toplu şekilde belirtmek istemeleri ve çelişen durumları ifade etmek istediklerinde ise engellemelerle karşılaştıklarına yönelik ifadeler de ön görüşmelerde açığa çıkmıştır. Son görüşmelerden elde edilen bulgulara bakıldığında ise dört öğrenci çelişen cevapları birbiriyle, üç öğrenci kendi düşüncesiyle karşılaştırdığını ifade etmiştir. Bir öğrenci ise çelişen cevapları öğretmenin açıklamalarıyla karşılaştırarak karar verdiğini belirtmiştir. Bununla birlikte son görüşmeye katılan öğrencilerin tamamının çelişen durumları fark ettikleri ve fikirleri

analiz etme çabası gösterdikleri görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin çelişen cevaplara yönelik karar verirken duygu durumlarının düşünme süreçlerinde etkili olmadığı ve duygularından bağımsız düşünme süreci geçirdikleri söylenebilir. Bu duruma, son görüşmede verilen cevapların ön görüşmelerde açığa çıkan ifadeleri içermemesi kanıt olarak gösterilebilir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin düşüncelerin güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirerek karar vermeye çalıştıkları, fikirleri analiz sürecinden geçirdikleri ve bağımsız ve tarafsız düşünmeye başladıkları söylenebilir (Akınoğlu, 2001). Öğretim müdahalesi sürecinde sıklıkla kullanılan düşün-eşleş-paylaş tekniği ile öğrenciler kendi fikirleri ile arkadaşlarının fikirlerini karşılaştırarak bilişsel olduğu kadar duyuşsal analiz süreçleri geçirmişlerdir (Tajudin vd., 2019). Bu analiz süreçleri çelişen ya da farklı düşüncelerin değerlendirilmesinde öğrencilerde bir düşünme rutinin oluşmasına katkıda bulunarak karar vermede aktif rol üstlenmelerini sağlayabilir (Akınoğlu, 2001; Paul vd., 1990). Ancak, son görüşmede öğrencilerin duygu durumlarını içeren ifadeler yer almamasına rağmen çelişen durumları karşı tarafa nasıl ileteceğine yönelik de bulgu bulunmamaktadır. Bu noktada, öğrencilerin ikili etkinliklerdeki davranışlarını sınıf tartışmalarına aktarmada zorlandıkları söylenebilir.

Öğrencilerin duyuşsal stratejilerdeki gelişimlerini izlemek için kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara genel olarak bakıldığında, zihinsel sorgulama cesareti geliştirme (S6) ve düşünme becerisine güven duyma (S9) durumlarının bulundukları sosyal gruba göre değiştiği belirlenmiştir. Görüşmelere katılan öğrencilerin tamamı arkadaşlarının fikirlerini analiz edebildiklerini ve çelişen noktaları belirleyebildiklerini belirtmiştir (Tablo 111). Benzer şekilde öğrencilerin düşünce günlüklerinde kendilerini S6 ve S9 stratejilerine yönelik değerlendirmeleri düzenli olarak artış göstermektedir (Grafik 9). Ayrıca, KAT'larda yer alan S9 stratejisine yönelik ortalamalarının son-testlerde oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Grafik 10). Öğrencilerin bu becerilerinin gelişmesinde grup çalışmalarının ve düşün-eşleş-paylaş tekniğinin etkili olduğu düşünülmektedir. Her iki uygulamada da öğrenciler hem kendi fikirlerinin sorgulanması hem de arkadaşlarının düşüncelerini sorgulama süreçlerine maruz kalmışlardır. Ancak, öğrencilerin bireysel değerlendirmelerinde sorgulama cesaretleri ve düşünme becerilerine yönelik güven duyguları gelişme göstermesine rağmen gözlem formlarından elde edilen bulgular bunu sınıf içine taşıyamadıklarını göstermektedir (Grafik 8). Bu noktada öğrencilerin her ne kadar düşüncelerine güven duysalar ve arkadaşlarının fikirlerini sorgulayabilseler bile kendi düşüncelerini ait hissettikleri küçük gruplarda ifade ederken bütün sınıfın önünde fikirlerini ifade etmekten kaçındıkları (Nedim-Bal & Öner, 2014; Yuliati vd., 2018) söylenebilir. Geçmişten getirilen yargılanma, kritik edilme tecrübeleri ile hissedilen olumsuz duyguların öğrencilerin aksiyon almasını engellediği ve oluşturulan öğretim ortamının öğrencilerin geçmiş deneyimlerinin aşılmasında tamamen etkili olmadığı ifade edilebilir. Bununla birlikte, öğrenciler düşünce süreçlerinden geçerken bağımsız düşünme (S1) süreçleri geçirdiklerini ve farklı fikirleri sorgulamadan kabul etmediklerini belirtmişlerdir (Tablo 111). Düşünce günlüklerinde bu stratejiye yönelik ortalamaların düzenli şekilde

artış göstermesi öğrenci görüşlerini desteklemektedir (Grafik 9). Ancak gözlem formlarında S1 stratejisinin gözlenme durumunun üniteler ilerledikçe azalması öğrencilerin sınıf tartışmalarında düşüncelerini ifade etmede çekimser davranışlarıyla ilişkilidir. Paul vd. (1990) stratejilerin birbirinden bağımsız olduğunu belirtse bile elde edilen bulgular öğrencileri harekete geçiren duyguların birbirini etkilediğini göstermektedir. Öğrenciler kendilerini güvende ve ait hissetmedikleri, tamamen kabul edilmeyeceklerini düşündükleri ortamlarda zihinsel süreçler geçirseler dahi çekimser kaldıkları görülmüştür. Düşüncelerini ifade etmelerini engelleyen bu durum onların sınıf içinde bağımsız düşündüklerini, arkadaşlarını sorguladıklarını ve düşüncelerine güven duyduklarını gözlemlemeyi zorlaştırmaktadır. Öğrencilerin tüm süreç boyunca zihinsel düşünme azmi geliştirdikleri (S8) gözlem formu, düşünce günlükleri ve KAT'ların duyuşsal boyutlarından elde edilen bulgularla desteklenmektedir. Ayrıca, öğrenciler görüşmelerde hatalı düşüncelerini düzeltmeye çalıştıklarını, çeşitli yollar denediklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler etkinliklerde cevap bulma/çözüm üretme sürecinin kolay ve hızlı bir süreç olmadığını çaba gerektiğini fark ettiklerini son görüşmelerde ifade etmişlerdir. Öğrenciler etkinliklerle yeterli etkileşime girdiğinde ve karmaşık soruları daha küçük sorular haline getirdiğinde düşünme süreçlerini işe koşularak sonuca ulaşabilmektedirler (Akınoğlu, 2003). Bu çaba da onların düşünme azmine sahip olduklarını göstermektedir. Öğrencilerin zihinsel düşünme azimlerinin geliştiği ve her ne kadar diğer stratejileri sınıf içi davranışlarında göstermede eksikleri olsa dahi düşünme azimlerini uygulama sürecinde korudukları söylenebilir.

4. 5. Uygulama Öğretmeninin Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersine Yönelik Görüşleri

Uygulama öğretmeni ile araştırmanın öncesinde ve sonunda yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmenin görüşleri uygulama öncesi ve sonrası eğilimleri ile uygulamaya yönelik görüşleri temaları altında toplanmıştır. Öğretmen görüşmesinden elde edilen bulgular Tablo 112'de yer almaktadır.

Tablo 112. Uygulama Öğretmeninin Görüşleri

Kategoriler	Uygulama öncesi eğilimler
Öğretim stratejileri ve etkililiği	Sunuş (çoğunlukla) Soru-cevap (pekiştirme amaçlı) İstasyon (bazen) Benzetim yapmak (akılda kalıcılık) Konuya göre işe yarama
7. sınıf düzeyi eleştirel düşünme stratejileri	Çıkarım yapma Yorum yapma Değerlendirme yapma
Öğretim programındaki eleştirel düşünme stratejileri	Metne ait sorulara yorum yapabilme Değerlendirme yapabilme (biraz) Eleştirel düşünme becerilerinin ölçüldüğünü geliştirildiğini düşünmeme

Tablo 112'nin devamı

Kategoriler	Uygulama öncesi eğilimler	Uygulama sonrası eğilimler
Eleştirel düşünme tanımı	Farklı bakabilme (günlük hayat açısından tanımı) Öğrencilerin konuyu yorumlayabilmeleri (ders açısından tanımı)	Farkları görme Açıklama yapma Tanım vermek ve o tanımdan yola çıkarak bir soru sormak Benzerlikleri görme Daha geniş kapsamda bir beceri
Öğrencilerin eleştirel düşünmeyi kullanma durumu	Bir iki öğrencinin öğretmenin dediklerini sorgulaması	Stratejilerin etkinliklerini yapabilme/tamamlama Grupla tartışabilme Etkinlikleri yapamayanlara yardım etme Sınıf içi iletişimin artması
Eleştirel düşünmeyi kullanmayı etkileyen faktörler	Sınıf düzeyi Öğrenci seviyesi Zaman (kazanımı yetiştirme sıkıntısı) Sınav sistemi / sınav kaygısı Çocukların uygun cevap verememesi Öğrencilerin alışkanlıkları	Sınıf düzeyi Öğrenci seviyesi
Kullanılmak istenen stratejiler		Sözcük analizi (öğretmenin işini kolaylaştırma) Farklılıkları ve benzerlikleri bulma Düşündürücü sorular Sebeup-sonuç ilişkisi belirleme
Kullanılmak istenmeyen stratejiler		Otantik problemler Akran değerlendirmesi/tartışması
Uygulamaya yönelik görüşler		
İçerik bilgisi ve stratejilerin beraber öğretilmesi	Öğrencinin düşünme süreçleri aktif hale gelmesi ve öğretmenin desteklemesi Fen konularıyla beraber stratejiler öğretilir Eleştirel düşünmeyi öğretmek için ayrı bir ders gerekli değil	
Öğretimin öğrenciye katkısı	Öğrencilerde somut ilerleme göstergeleri İlerlemeler öğrenci bazında farklı Öğrencilerin önyargıları Grupla çalışma Sınıf içi iletişimin artması	
Uygulanabilirlik	Teorik konular öğretildi Deneyler yapıldı Model yapıldı Her konuya uyarlanabilir	
Beğenilen yönler	Çalışma kağıtları Ders planları Öğretim materyalleri Değerlendirmeler Stratejilerin tanıtımı	
Geliştirilmesi gereken yönler	Etkinlikler sadeleşebilir Etkinliklerin sayıları azaltılabilir	
Aksayan yönler	Zaman Etkinlikleri yapamayan öğrenciler	

Tablo 112'de öğretmenin uygulama öncesi eğilimleri açısından incelendiğinde, öğretmenin ders anlatımında çoğunlukla sunuş yolunu, pekiştirme amacıyla da soru-cevabı tercih ettiği görülmektedir. Akılda kalıcılığı sağladığı için benzetim, kullanılan diğer bir strateji olarak belirtilmiştir. Özellikle sunuş yolu ve soru-cevap gibi yöntemler çok fazla efor ve zaman harcamadan kullanılabildiği için öğretmenler tarafından sıklıkla tercih edilmektedirler (Bardak & Karamustafaoğlu, 2016; Şimşek, Hırça, & Coşkun, 2012). Uygulama öğretmenin yedinci sınıf düzeyinde öğretilmesinin uygun olduğunu düşündüğü eleştirel düşünme stratejileri ile öğretim programında belirlediği stratejiler benzerlik göstermektedir (örneğin yorum yapma, değerlendirme

yapma). Öğretmenin verdiği örnekler doğru stratejiler olmakla birlikte oldukça sınırlı sayıdadır. Paul vd. (1990) eleştirel düşünme öğretiminin etkili olabilmesi için stratejilerin yoğun şekilde içeriğe entegre edilmesini önermektedir. Bu noktada, uygulama öğretmeninin eleştirel düşünmeye yönelik bilgisinin sınırlı olması ve sınıfında uygulamayı tercih ettiği yöntem ve teknikler de göz önünde bulundurulduğunda öğretmenin eleştirel düşünme stratejilerini sınıfında sınırlı seviyede uyguladığı söylenebilir. Ayrıca, öğretmen yürürlükte olan öğretim programının eleştirel düşünme becerilerinin ölçülmesini ve değerlendirilmesini amaçlamadığını düşünmektedir. Öğretmenin mevcut öğretim programının eleştirel düşünmeyi geliştirmeyi hedeflemediğini düşünmesi kendi derslerinde bu doğrultuda bir uygulama yapma sorumluluğu hissetmemesine sebep olabilir.

Uygulama öğretmenine eleştirel düşünmeyi nasıl tanımladığı sorusu yöneltmiştir. Öğretim süreci öncesindeki eleştirel düşünme tanımı günlük hayatta ve ders içinde olmak üzere iki farklı başlık içermektedir. Bu noktada, öğretmenin eleştirel düşünmeye bakış açısının sınırlı olması sebebiyle eleştirel düşünmenin kapsayıcı bir başlık olduğu, okulda, çalışma hayatında ve günlük yaşantıda kullanılan aynı alt becerileri birbiriyle ilişkilendiremediği şeklinde yorumlanabilir. Öğretim sonrası, öğretmenin eleştirel düşünme tanımındaki değişime bakıldığında eleştirel düşünme stratejilerinin ifade edildiği ve eleştirel düşünmenin daha kapsamlı olduğuna vurgu yapıldığı görülmektedir. Öğretmenin sınıf içinde eleştirel düşünmeye yönelik davranışları gözlemleme durumuna bakıldığında uygulama öncesine yönelik birkaç öğrencinin dediklerini sorgulamasını ifade ettiği görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğretmenin sınıf içi gözlemlediği davranışların sayısının arttığı ve çeşitlendiği belirlenmiştir. Bu noktada, yürütülen uygulamanın öğretmenin eleştirel düşünmeye yönelik bakış açısını genişlettiği ve sınıftaki davranışları belirleme durumlarını da olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Uygulama öğretmenin müdahale öncesi ifadelerinde beşinci sınıf düzeyinde eleştirel düşünme gibi üst düzey becerilere yönelik etkinliklerin öğrencilerde bu becerilerin yaşları nedeniyle gelişmemesi ve sorduğu soruların karşılıksız kalması sebebiyle yürütülemeyeceği yer almaktadır. Benzer olarak kazanımların belirli süre içinde tamamlanma gerekliliğinin olması ve öğrencilerin uygun cevaplar vermemesi sebebiyle zaman kaybının yaşanmasına yol açtığı, bu sebeple eleştirel düşünmeye yönelik etkinlikleri öğretimine katmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, öğretmen sınav sistemine dayalı bir değerlendirmenin olması sebebiyle hem öğrencilerin kaygılarını hem de ailelerin beklentilerini göz önünde bulundurarak konu öğretimine odaklandığını belirtmiştir. Uygulama öğretmenin de belirttiği faktörler, birçok öğretmen tarafından öğretimlerini çeşitli becerileri içerecek şekilde tasarlamama sebepleri olarak ifade edilmektedir (Çoruhlu, Er-Nas, & Çepni, 2009; Doğan, 2010; Tüysüz & Aydın, 2009). Bu durum, fen bilgisi öğretmenlerinin beceri öğretiminden ziyade içerik bilgisini kazandırma eğiliminde olduğunu göstermektedir (Abualrob, 2019). Öğretmen uygulama öncesinde uygulanan öğretim programında eleştirel düşünmeye yer ayrılmasının öğrencilerin öğrenme alışkanlıklarının eleştirel düşünecekleri şekilde olmamasına yol açtığını ifade

etmektedir. Bu sebeple derslerinde bu tür etkinliklere çok fazla yer vermediğini belirtmiştir. Öğrencilerin düşünme rutini içine sokulmadan konunun aktarılması şeklinde yürütülen fen öğretimi, onların becerilerinin baskılanmasına sebep olarak konu günlük yaşam ilişkisinin kurulmasını engeller (Carlsen, 1991). Bu noktada, öğretmenin uygulama öncesi yürüttüğü fen öğretiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlamada yetersiz olduğu söylenebilir.

Öğretmenin uygulama sonrası eleştirel düşünmeyi öğretime katmasını etkileyen faktörlere yönelik görüşlerindeki değişime bakıldığında eleştirel düşünme öğretiminde sınıf düzeyine ve öğrenci seviyesine uygun etkinliklerin hazırlanmasına vurgu yaptığı belirlenmiştir. Öğretmenin, eleştirel düşünmeyi içeren etkinliklerin sınıf içinde uygulanmasında daha önce ifade ettiği sınırlılıkları tekrarlamadığı görülmektedir. Bu durumda, eleştirel düşünme stratejileriyle zenginleştirilmiş fen öğretiminin uygulama öğretmenin eleştirel düşünme becerisinin kazandırılması ve geliştirilmesinde önemli olan faktörlere yönelik görüşlerini değiştirdiği ve öğretmenin öğretime katmaya yönelik daha ılımlı bir davranış sergilediği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca, yürütülen uygulamanın öğretmenin önyargılarını kırmada etkili olduğu söylenebilir.

Öğretmenin sınıf içinde kullanmaya devam edeceği stratejilere yönelik etkinliklere bakıldığında söz öbeklerinin analizi, farklılıkları ve benzerlikleri bulma, sebep sonuç ilişkisi kurma ve görüş geliştirme için kullanılan düşündürücü soruları ifade ettiği görülmüştür. Öğretmen bu stratejileri tercih etme sebebi olarak öğretmenin işini kolaylaştırması ve öğrenciye daha geniş bir çerçeve sağlamasını gerekçe göstermiştir. Belirtilen stratejilere yönelik yürütülen etkinlikler öğrencilerin bireysel düşünecekleri ve konuya yönelik karara varmalarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu noktada öğrencinin kendi kendine bilgi edinmesinin ve eksik kalan noktaların tamamlanmasının öğretmenin alışkın olduğu ders sürecine olumlu etki edeceğini düşündüğü ve öğretime stratejileri katacağı şeklinde yorumlanabilir. Bununla beraber uygulama öğretmeni etkinliklerin bir parçası olan akran değerlendirmesi/tartışması ve araştırmanın veri toplama araçlarından biri olan otantik problemleri kullanmaya devam etmeyeceğini belirtmiştir. Akran tartışması/değerlendirmesini kullanmama sebebi olarak öğrencilerin alışkın olmamaları sebebiyle hem sınıf yönetimini hem de içerik öğrenimini olumsuz etkileyeceği gerekçelerini sunmuştur. Öğretmen bu durumu öğrencilerin ders içinde birbirleriyle konuşmalarının yasak olduğu bilgisiyle yetişmeleri sebebiyle öğrencinin arkadaşıyla tartışma gibi alışkın olmadığı bir durumla karşılaşmasının ve her öğrencinin yeni duruma uyum sağlayamamasının zaman kaybına neden olduğu (Karakuş & Yeşilpınar, 2013) şeklinde açıklamıştır. Benzer şekilde otantik problemleri kullanmama gerekçesi olarak bu problemleri cevaplama süresinin uzun olması (yaklaşık 1 ders saati) sebebiyle zaman alıcı olduğunu vurgulayarak bu tür problemleri ev ödevi olarak tercih edebileceğini söylemiştir. Bu doğrultuda öğretmenin kullanmak istemeyeceği etkinlikleri tercih etmeme sebebi olarak zaman kaybı kaygısı taşıdığı söylenebilir (Bayat & Şentürk, 2015; Tuncer & Özeren, 2015). Öğretmenin yeniliklere açık olduğu ve yeniliklerin etkili olduğu düşüncesine sahip olsa dahi sistemin

gerekliklerini yerine getirmeye yönelik kaygılarının bu tür etkinlikleri hem sınıf yönetimini kaybetmeden hem de doğru planlanmayla yürütebileceğine yönelik öz yeterliğini etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmenin fen içerik bilgisi ile eleştirel düşünmenin birlikte öğretilmesine yönelik görüşleri incelendiğinde düşünme temelli öğrenme yaklaşımıyla tasarlanan öğretimin öğrencilerin düşünme süreçlerini aktif hale getirdiği ve öğretmenin de desteklemesiyle eleştirel düşünmenin fen konularıyla birlikte öğretilbileceğini ifade ettiği görülmektedir. Ayrıca, öğretmen eleştirel düşünme becerisinin öğrencilere kazandırılması için ayrı bir derse ihtiyaç olmadığını, doğru bir planlama ile bu becerinin içerik bilgisiyle örtük olarak öğrencilerde geliştirebileceğini belirtmiştir. Bu durumda, öğretmenin gerçekleştirilen öğretim müdahalesiyle eleştirel düşünmenin fen konu içeriğiyle beraber öğretilbileceğine yönelik olumlu görüşlere sahip olduğu ve öğrencileri desteklemeye açık olduğu söylenebilir. Öğretmenlerin yeni uygulamaları sınıflarında kullanmaya karar vermelerini etkileyen faktörlerden birisi de öğretmenin iş yükünde artışa sebep olup olmamasıdır (Jacobs, Gordon & Solis, 2016; Zülfizade, 2020). DDÖ yaklaşımında bilişsel yükün öğrencide olması ve öğretmenin destek rolü üstlenmesi öğretmenin olumlu düşünceler edinmesine katkı sağlamış olabilir.

Öğretmenin yürütülen uygulamanın öğrencilere katkısına yönelik görüşlerine bakıldığında öğrencilerin somut ilerleme davranışlarının olduğunu ifade ettiği görülmektedir. Öğretmen buna örnek olarak uygulamanın öncesinde öğrencilerin etkinlikleri tamamlamada zorlandıklarını ancak uygulamanın sonuna yaklaştıkça öğrencilerin yönergeye ihtiyaç duymadan birçok etkinliği yapabildiklerini belirtmiştir. Bununla birlikte her öğrencideki ilerlemenin farklı olduğunu, bazı öğrencilerdeki gelişimin daha fazla bazılarında ise daha sınırlı olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen, daha az gelişim gösteren öğrencilerde ilerlemeye engel olarak öğrencilerin önyargılı ve tepkili olmalarını gerekçe göstermiştir. Bu öğrencilerin farklı yolla öğrenemeyeceklerini düşünmeleri sebebiyle yeni uygulamalara karşı direnç gösterdiklerini belirtmiştir. Yeni uygulamalar bazı öğrencileri heyecanlandırıp öğrenmelerini olumlu etkilerken öğretmenin ifadelerinde yer verdiği öğrencilerde olduğu gibi öğrencilerin alışkanlıklarını değiştirmeye zorladığı için dirençle karşılanmaktadır (Durhan, 2022). Bu durum bilginin hazır olarak verilmesi, verilen bilgiye yönelik soruların çözülmesi döngüsüyle öğrenmeye/ezberlemeye alışkın olan öğrencilerin, bilgiyi kendilerinin keşfetmesi gerektiği öğrenme türlerinin daha önceki deneyimleriyle örtüşmemesi sebebiyle zorluk yaşadıkları şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmenin, yürütülen uygulamanın katkısı olarak ifade ettiği diğer durumlar öğrencilerin grupla çalışma becerilerini geliştirmesi ve sınıf içi iletişimi artırması olmuştur. Öğretmen öğrencilerin başta grupla yürütülen proje çalışmalarında zorlandıklarını hem öğrencilerin beraber çalışmadıklarını hem de projeyi tamamlayamadıklarını ya da hatalı tamamladıklarını ancak ilerleyen süreçte öğrencilerin organize olabildiklerini ve verilen görevi doğru şekilde bitirebildiklerini ifade etmiştir. Yürütülen grup çalışmalarının ve öğrencilerin birebir tartışmalarının

sınıf içi iletişimi artırdığını eklemiştir. Bu noktada, planlanan öğretimin içinde sıklıkla kullanılan düşün-eşleş-paylaş tekniğinin öğrencilerin birlikte çalışmasında etkili olduğu söylenebilir. Düşün-eşleş-paylaş tekniği, birlikte çalışan öğrencileri hem bilişsel olarak olumlu etkilerken hem de eşit katılımı sağlayarak akran etkileşimini artırdığı için duyuşsal ve sosyal olarak da katkısı bulunmaktadır (Kaddoura, 2013; Sampsel, 2013; Syafii, 2018).

Uygulama öğretmenin eleştirel düşünme stratejilerini içeren öğretim tasarımının uygulanabilirliğine yönelik görüşleri incelendiğinde her konuya yönelik etkinliklerin yapılabileceğini vurguladığı görülmektedir. Öğretmen konunun teorik olmasının ya da deney ve model içermesinin bu tür etkinliklerin yürütülmesine engel olmadığını ifade ederek planlanan etkinliklerin başarılı şekilde yürütülmesini gerekçe göstermiştir. Stratejiler bir disipline, konuya bağlı olmayıp ve içeriğe uygun şekilde yerleştirildiğinde istenilen sonuçların alınmasını sağlayacaktır (Paul vd., 1990). Bu doğrultuda tasarlanan etkinlikler ve öğretmen görüşleri göz önünde bulundurularak konuya uygun eleştirel düşünme stratejisi belirlendiğinde öğrenciye fen içerik bilgisinin öğretilebileceği böylece eleştirel düşünmesinin gelişimine katkı sağlanabileceği söylenebilir.

Uygulama öğretmenin yürütülen öğretim tasarımının beğendiği yönleri arasında ders planları, çalışma kağıtları, öğretim materyalleri, değerlendirme ve stratejilerin tanıtımı yer almaktadır. Öğretmen, ders planlarının detaylı hazırlanmasının öğretmenin işini kolaylaştırdığını, çalışma kağıtlarının ve öğretim materyallerinin görsellerle zenginleştirilmesinin öğrencilerin dikkatini çektiğini ve zengin değerlendirme etkinliklerinin kazanıma ulaşma durumunu belirlemede faydalı olduğunu ifade etmiştir. Teorik konuların öğretiminde kullanılan materyallerin öğrencilerin öğrenmesine yardımcı olduğunu ve sıkılmadıklarını belirtmiştir. Öğretmen bu ifadelerine, hücrenin organellerini çark ve elementlerin kullanım alanlarını bilgi kartları sayesinde öğretmeyi ve benzerlik ve farklılıkları belirleme stratejisinin kazandırılmasını örnek vermiştir. Ayrıca, ilk defa etkinliği yürütülecek stratejinin tanıtımına yönelik örnek uygulamalar öğretmenin beğendiğini ifade ettiği diğer bir yöndür. DDÖ yaklaşımının ilk adımı olan becerinin tanıtılmasında (Swartz, 2008) örnekler genellikle günlük yaşantıdan seçilmiştir. Aynı stratejinin iki farklı uygulamasını göstermek öğrencilerin stratejilere yönelik aşinalıklarını arttırdığı gibi öğretmenin de ilgisini çekerek eleştirel düşünmenin fen ve günlük hayat ilişkisini kurabilmesini sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Bu noktada öğretmenin uygulama sonrası eleştirel düşünme tanımını tek bir durum üzerinden açıklaması da buna kanıt olarak gösterilebilir.

Öğretmen, yürütülen uygulamayla ilgili geliştirilmesi gereken yönler olarak etkinliklerin sadeleştirilmesi ve sayısının azaltılmasını ifade etmiştir. Öğretmen tarafından belirtilen durumlar araştırmacı ve öğretmen tarafından süreç içerisinde fark edilmiş olup sebepleri ve nasıl çözülebileceğine yönelik fikir alışverişinde bulunulmuştur. Uygulamanın Covid-19 pandemisinden sonra okulda geçirilen ilk yıl içinde yürütülmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin iki

seneye yakın okuldan uzak kalması, yazma alışkanlıklarının değişmesi ve sınıf içinde hareketlerinin sınırlı olması gibi etkenler onların dikkat ve motivasyon eksikliği yaşamalarına sebep olarak konulara ve etkinliklere konsantre olmalarını etkilemiştir (Canoğulları vd., 2022; İncetaş & Kaf, 2022). Bu şekilde okuldan uzun süreli ayrı kalışlardan sonra öğrencilerin okula tam uyum sağlamadan yoğun bir öğretim müdahalesine maruz bırakılması bu durumun sebebi olabilir.

Zaman ve etkinlikleri yapamayan öğrenciler öğretim tasarımının aksayan yönleri olarak ifade edilmiştir. Etkinlikleri yapamayan/tamamlayamayan öğrencilere ekstra zaman verilmesi planlamanın aksamasına neden olarak gösterilmiştir. Öğretmen bu tür öğrenciler için ders planında alternatif yönergelerin yer almasının öğretmen için faydalı olabileceği önerisini sunmuştur. Bu doğrultuda öğretmenin öğretim sürecini benimsediği ve tüm öğrencileri öğretime katmak ve desteklemek için çözüm üretecek yeterliğe ulaştığı söylenebilir.

Bu çalışmada eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen dersinin etkililiği araştırılmıştır. Hazırlanan öğretim tasarımının genel olarak etkili olduğu görülmekle birlikte her öğrencinin eşit düzeyde ilgisini çekmediği ve bazı öğrencileri öğretim sürecine katmakta yetersiz kaldığı olmuştur. Bu öğrenciler yapamadıklarını ve anlamadıklarını neredeyse her ders ifade etmişlerdir. Bu yakınma durumu bir süre devam edince daha basit etkinliklerle motive edilmeye çalışılmış ancak başarılı olunamamıştır. Bununla birlikte fen dersine çok ilgisi olmayan ve kavramsal alt yapısı düşük düzeyde bir öğrencinin derse olan ilgisi hem araştırmacı hem de uygulama öğretmeni tarafından fark edilmiştir. Öğrenci ders sürecinde her etkinliği başarıyla tamamlayamamasına rağmen çaba göstermeye devam etmiştir. Kavramsal anlama testlerinde ise orta-düşük düzeyde bir gelişim göstermiştir. Bu özelliğe sahip öğrenciler için strateji sayısı az tutularak aynı stratejiye yönelik daha fazla etkinlik tasarlanmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu sayede öğrenciler başarıya duygusunu tadarak olumlu gelişim gösterebilirler.

Araştırmada öğrencilerin duyuşsal olarak gelişimleri sınırlı kalmıştır. Süreç içerisinde öğrenciler sıklıkla güdülenmeye çalışılmış özellikle sınıf tartışmalarında düşüncelerini ifade etmeleri konusunda desteklenmiş olmalarına rağmen istenilen düzeye tüm müdahale süresince gelinememiştir. Bu durumun açığa çıkmasında pandemi sürecinin etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin pandemi sürecinde öğrenme alışkanlıkları değişmiş, okuldan uzaklaşmışlardır. Uzun bir aradan sonra yoğun bir öğretim sürecine maruz kalmalarının ve alışkanlıklarının dışında bir sürecin yürütülmesinin uyum sağlamalarını zorlaştırdığı düşünülmektedir. Araştırmanın pandemi sürecinde yürütülmesi çeşitli sağlık tedbirleri doğrultusunda planlamaların yapılması mecburiyetini doğurmuştur. İkinci gözlemcinin sınıfa gelmesine okul yönetiminin izin vermemesi gözlem formlarından elde edilen bulguların güvenilirlik analizlerinin yapılamamasına neden olmuştur. Ders aralarında öğretmenle emin olunamayan durumlar için karar verilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin maskelerle sınıfta bulunmaları araştırmacının onları tanıma sürecini uzatmıştır. Bununla birlikte,

uygulama öğretmeninin pilot uygulamayı da yürüten öğretmen olmasına rağmen ilk üniteye sürece uyum sağlamakta zorluk çektiği gözlenmiştir.

Semantik ağların çiziminde hatalı ilişkiler kuran öğrencilere pilot uygulamada rastlanmamıştır. Bu durumun ön görülememesi sebebiyle bazı ilişkilerin nasıl kurulduğu, öğrencinin nasıl düşündüğü yorumlanamamıştır. Çalışmada 10 bilişsel strateji ve 4 duyuşsal stratejinin kazandırılması hedeflenmiştir. Özellikle bilişsel strateji sayısının fazla olması etkinliklerin yoğun olarak çok sayıda uygulanmasına sebep olmuştur. Bu da öğrencilerin sıkılmasına ve bazı etkinlikleri tamamlamak istememelerine yol açmıştır. Stratejilerin daha az sayıda kazandırılmamasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ve sonuçlara dayalı öneriler bu başlık altında yer almaktadır.

5. 1. Sonuçlar

Bu çalışmada varılan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Üç ünite içinde deney grubundaki öğrencilerin kavramsal anlamalarının kontrol grubundakilerden istatistiksel olarak anlamlı olması, eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş DDÖ yaklaşımıyla tasarlanmış fen öğretiminin öğrencilerin hem eleştirel düşünme becerisini hem de içerik bilgisini birlikte kazandırdığı sonucunu doğurmaktadır.

Otantik problemlerin çözümünde kavramsal anlamının yanında bilginin nerede ve nasıl kullanıldığının önemli olduğunun belirlenmesi, otantik problemlerin çözüm kalitesinin motivasyon, kavramsal bilginin ve bilginin nerede kullanılacağına karar verilmesinin karşılıklı ilişkisine ve etkileşimine sahip olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrendiklerini transfer etme stratejisinde elde edilen bulgular transfer etme sürecinin alternatif anlamalardan (örneğin, ağırlık ve kütle kavramları) bağımsız olması, öğrencilerin zihinlerinde yapılandırması gereken bilgi miktarı arttıkça hatalı transfer durumunun da arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin görüşlerini ifade etme durumlarının etkinliklerin yürütülme şekline (küçük grup, sınıf tartışması) göre değişmesi, küçük grup tartışması olmadan sadece büyük sınıf tartışması şeklinde yürütülen etkinliklerin öğrencilerin sosyal kaygı yaşamalarına sebep olduğu ve öğrencilerin bu kaygılarını aşmada küçük gruplarla yürütülen etkinliklere ihtiyaç duyulduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisi için yürütülen etkinliklerde öğrencilerin yaptıkları doğru analizler sonucu elde ettikleri kavrama ilişkin kritik özellikler, aynı kavramla ilgili yürütülen farklı bir etkinlikte geliştirilmesi amaçlanan diğer stratejileri doğru şekilde kullanmalarında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin, aynı kağıt üzerinde yer alan kavramların özelliklerini düşünce süreçlerini organize edememeleri sebebiyle kavramların özelliklerini birbirlerine aktardıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin kavramsal anlamalarının yeterli düzeyde olmasının ve sorgulamalar sırasında kriterleri kullanarak bir rutin oluşturmalarının doğru ölçütlerin belirlemelerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin, Sokratik sorgulamayı konuda uygulamalarında karşılaşılan durumun öğrenmelerine benzerliğinin artmasının ve azalmasının sorgulamanın derinlemesine ve yüzeysel olmasına etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin önemli farklılıkları ve benzerlikleri belirlemede stratejisini benzer deneyim alanlarında düşünce rutini oluşacak şekilde kullanabildikleri ancak rutinlerin dışına çıkıldığında öğrencilerin becerilerini aktaramadıkları ve bu stratejiye yönelik bir kültür oluşturamadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin ilgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme stratejisini kullanabilme durumlarının kavramsal bilgileri ve kavramların birbirleriyle bağlantısını anlamlandırmalarıyla ilişkili olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Öğrencilerin akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma durumlarının üniteler ilerledikçe doğrusal bir artış göstermese dahi açıklamalarını detaylandırması ve derinleştirilmesi, öğrencilerin gözlemlerine yönelik detaylı açıklamalar sunabilmeleri için gözlem deneyiminin gerektiği ve alışkanlık oluşması için zamana ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisinde yürütülen etkinliklerde öğrencilerin gözlemleyecekleri durumun iyi betimlenmesi ya da birden fazla duyu organına hitap etmesinin sunulan açıklamaların detaylı ve derinlemesine olmasıyla ilişkili olması, öğrencinin gözlemleyebileceği durum sayısı arttıkça yapılan açıklamaların ve çıkarımların kalitesinin de arttığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Sebeup ve sonuçları keşfetme stratejisine yönelik elde edilen bulgularda öğrencilerin özellikle sonuçları doğru şekilde belirleyebilirken, sebeplerin ise tamamını belirleyememesinin olası sonuçların seçenekler şeklinde sunulmasının karar verme süreçlerinde kolaylaştırıcı etkisi olduğu ve bu etkinin onların diğer stratejilerde elde ettikleri kazanımları da işe koşarak boşlukları tamamlamalarına yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Eleştirel düşünür bireylerin yetiştirilmesinin amaçlandığı öğrenme ortamlarında öğrencilerin güven duyma ve ait hissetme ihtiyaçlarının karşılanmasının sürece bağlı ve birincil hedef olduğu ile öğrencileri güvende hissettirecek öğretmen davranışlarının gösterilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin araştırmanın yürütüldüğü üç ünite de kavramsal anlamalarının ve duyuşsal boyuta verilen cevapların son-testlerde artış göstermesi, öğrencilerin kavramsal anlamaları arttıkça yöneltile soruları çözme azimlerinin arttığı ve düşünme becerilerine güvenlerinin yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır.

5. 2. Öneriler

Bu çalışmanın sonuçlarına dayalı ve ileride yapılabilecek araştırmalara yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur.

5. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

DDÖ yaklaşımı gibi öğrencilerin öğrenme alışkanlıklarına yeni olan öğretim yaklaşımlarında öğrencilerin sürece alışmalarının sağlanmasının önemli olduğu görülmüştür. Öğrencilerin sürece alışana ve düşünme rutinleri oluşana kadar yapılandırılmış etkinliklerin yürütülmesi önerilmektedir.

Birden fazla kavramın özelliğini açık hale getirmelerine yönelik etkinliklerin yürütülmesinde öğrencilerin kavramların özelliklerini birbirlerine aktarmalarını engellemek için kavramların tek olarak sunulmasının daha etkili sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Düşün-eşleş-paylaş tekniğinin ölçüt geliştirme, bilgi kaynaklarının güvenilirliğini değerlendirme stratejilerinde öğrencilerin gelişimlerine katkısı göz önünde bulundurulduğunda bu tekniğin farklı stratejilerin gelişimlerine etkisinin de araştırılması önerilmektedir.

Araştırmada genellikle her bir strateji için aynı tür etkinlikler planlanmıştır. Bu aynı tür etkinlikler öğrencilerde düşünme rutininin oluşmasına katkı sağlamasına rağmen aynı stratejiye yönelik farklı bir etkinlik sunulduğunda zorlandıkları ve alışkın oldukları konfor alanlarından çıkamadıkları görülmüştür. Bu noktada, stratejiye yönelik öğrencilerde düşünme rutininin olduğu gözlemlendikten sonra etkinliklerin değiştirilerek yeni rutinlerin oluşturulmasının stratejilerin farklı durumlara aktarılabilirliğine katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Öğrencilerin, üniteler ilerledikçe daha detaylı ve derinlemesine akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturdukları belirlenmiştir. Bu doğrultuda, öğrencilerin gözlemlerine yönelik detaylı açıklamalar sunabilmeleri ve çıkarımlarda bulunabilmeleri için uzun süreli ya da birden fazla üniteyi içeren çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.

Akılcı çıkarımlar, kestirmeler ve yorumlar oluşturma stratejisinde yürütülecek etkinliklerde öğrencilerden detaylı ve derinlemesine açıklamalar elde etmek için etkinliklerin birden fazla duyu organına hitap edecek şekilde tasarlanması önerilmektedir.

Görüş geliştirme stratejisine yönelik yürütülen etkinliklerde öğrencilerin büyük sınıf tartışması yerine kendi oluşturdukları gruplarda görüşlerini paylaşmada daha özgüvenli oldukları görülmüştür. Bu sebeple, bu stratejiyi geliştirmeye yönelik yürütülecek etkinliklerin önce küçük gruplar, daha sonra grupların birleştirilmesi ve en sonunda büyük sınıf tartışması şeklinde planlanmasının daha etkili sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Sözcüklerin ve söz öbeklerinin açık hale getirilmesi stratejisi için, öğrencilerin sürece alışmalarını kolaylaştırmak için özellikle ilk etkinliklerde öğrencilere daha açık ifadeleri ve bildikleri kelimeleri içeren tanımların verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Sokratik sorgulamayı uygulama stratejisi için öğrencilerde düşünme rutini oluşana kadar tanıdık/benzer örnekler sunulmasının öğrencilerin derinlemesine sorgulamalar yapmasını sağlayacağına ve kendi düşünme süreçlerine güvenlerini artacağına inanılmaktadır.

Araştırmacının gözlemleri göstermiştir ki aynı stratejiye yönelik sıklıkla etkinliklerin yapılması öğrencilerin etkinliğe uyum sağlamasını kolaylaştırmıştır (örneğin, S32 numaralı akılcı

çıkarımlar yorumlar oluşturma stratejisine için her üniteye etkinlik tasarlanmıştır). Aynı stratejiye yönelik etkinlikler arasında zaman geçmesi, öğrencilere stratejiyi tekrar hatırlatma ihtiyacı doğurmuştur (örneğin, S29 numaralı stratejisine yönelik Kuvvet ve Enerji ünitesinde etkinlik tasarlanmamıştır. Bu stratejide bir ünite zaman boşluğu bulunmaktadır). Strateji sayısını daha az tutarak ilgili stratejiye yönelik daha yoğun etkinliklerin yürütülmesinin öğrencilerde düşünme rutinlerinin oluşturulmasında faydalı olacağına inanılmaktadır.

Öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramaları ya da eksik öğrenmelerini devam eden etkinliklere taşımalarını önlemek amacıyla cevap kağıtlarına düzenli dönüt verilmesi önerilmektedir.

Öğrencilere sunulacak otantik problemlerin onların yaşantılarında yeri olan konulardan/durumlardan seçilmesinin motivasyonlarını artırarak problemi çözme sürecinde onları olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.

Semantik ağlardan elde edilen bulgular DDÖ yaklaşımıyla yürütülen fen öğretiminin, ünitenin kavramlarıyla düşündürmede etkili ancak ünitenin kavramları arasında ilişki kurmayı sağlamada kısmen etkili olduğunu göstermektedir. Bu noktada, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin değerlendirilmesinde semantik ağların alternatif bir araç olarak kullanılabileceği inanılmaktadır.

Semantik ağların değerlendirilmesi sırasında açığa çıkan hatalı ilişkilendirmeleri anlamlandırmak adına ağlar hızlıca incelendikten sonra öğrencilerle çizdikleri ağlara ilişkin görüşmeler yürütülmesi önerilmektedir.

Semantik ağlarda öğrencilerin kavramlar arasında kurdukları bağlantı sayılarını arttırmak için ünitenin kavramlarının ilişkilendirilerek öğretilmesinin faydalı olacağına inanılmaktadır.

DDÖ yaklaşımının yedinci sınıf düzeyinde öğrencilerin fen derslerinde eleştirel düşünme stratejilerini edinmelerine olumlu katkı sağladığı düşünüldüğünde yedinci sınıf düzeyinde farklı ünitelerde ya da farklı sınıf düzeylerinde araştırmaların yürütülmesinin ilgili alana katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

5. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Etkinlikleri tamamlayamayan ya da tamamlamakta zorlanan öğrencilerin olduğu belirlenmiştir. Bu öğrenciler için alternatif etkinliklerin tasarlanması önerilmektedir.

Duyuşsal stratejilere yönelik yürütülecek görüşmelerin odak grup görüşmesi şeklinde yürütülmesi önerilmektedir. Odak grup görüşmeleri sayesinde hem öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini nasıl analiz ettiği hem de öğrencilerin ürettiği görüşlerin değerlendirilmesi araştırılabilir.

Bu araştırmada yer verilmeyen diğer eleştirel düşünme stratejilerine yönelik çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.

DDÖ yaklaşımının eleştirel düşünme stratejilerinin geliştirilmesinde etkili olduğu düşünüldüğünde farklı düşünme becerilerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Paul vd. (1990) önerdiği eleştirel düşünme stratejilerinin alt stratejileri özelinde derinlemesine ve uzun süreli çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.

Alt stratejilere yönelik etkinliklerin tasarlanması ve bu etkinliklerin öğretmenlerle paylaşılması önerilmektedir. Böylece, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalara eleştirel düşünmeyi dahil edebileceklerine inanılmaktadır.

Eleştirel düşünmenin disiplinin kelimeleriyle düşünme olması sebebiyle kelime ilişkilendirme testleri eleştirel düşünmenin değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir. Kelime ilişkilendirme testlerinin sınıfın genel eğilimi hakkında bilgi vereceğine inanılmaktadır.



6. KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Abualrob, M. M. (2019). The role of science teachers in developing the 21st century skills for the elementary school students. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 15(1), e02206.
- Adadan, E. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(2), 219-238.
- Adam, A., & Manson, T. M. (2014). Using a pseudoscience activity to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, 41(2), 130-134.
- Aderonmu, T. S., & Adolphus, T. (2012). Problems militating against the effective teaching of gravitational force: A study of secondary school physics teachers in cross river state, Nigeria. *International Journal of Asian Social Science*, 2(7), 1012-1017.
- Adıyaman, A. K. (2019). *Bilim ve bilimsel bilginin doğasının ortaokul 7. sınıf öğrencilerine drama yöntemiyle öğretilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Akçay, A., & Okur-Akçay, N. (2017). Hikâye kartlarının çocukların görsel ifade becerileri üzerindeki etkisi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 5(3), 417-432.
- Akgün, A., & Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 190-201.
- Akinoğlu, O. (2001). *Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen bilgisi öğretiminin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Akman, S., & Özdilek, Z. (2018). Maddenin tanecikli yapısı konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarının biçimlendirici yoklama soruları ile değerlendirilmesi. *Academy Journal of Educational Sciences*, 2(2), 106-119.
- Aktamış, H., & Yenice, N. (2010). Determination of the science process skills and critical thinking skill levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3282-3288.
- Aktaş, M. (2022). *Sosyobilimsel konuların Sokratik sorgulama yoluyla öğretilmesinin bilsem öğrencilerinin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya.
- Alkan, İ., Akkaya, G., & Köksal, M. S. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanlışlarının model oluşturma yaklaşımıyla belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 121-135.

- Alkaya, F. (2006). *Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Alkın, S. (2012). *İlköğretim öğretmenlerinin “eleştirel düşünmeyi destekleme davranışlarının” değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Alkış-Küçükaydın, M. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin sosyobilimsel bir konuya ilişkin görüşleri ve argüman yapıları. *İlköğretim Online*, 18(1), 174-189.
- Alp, G. (2019). *Scratch programı ile web destekli işbirlikli öğrenme yönteminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerine ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Alptekin, İ., & Demirci-Güler, M. P. (2022). Bilimsel hikâyelerle desteklenen fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 1041-1061.
- Altunsoy, E. Ş. (2023). *Çevrimiçi eğitimde tahmin-açıklama-gözlem-açıklama yönteminin beşinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamaya etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Alwehaibi, H. U. (2012). Novel program to promote critical thinking among higher education students: Empirical study from Saudi Arabia. *Asian Social Science*, 8(11), 193-204.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009), “21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries”, *OECD Education Working Papers*, No. 41, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Andersson, S. B., & Andersson, I. (2005). Authentic learning in a sociocultural framework: A case study on non-formal learning. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 49(4), 419-436.
- Arsal, Z. (2017). The impact of inquiry-based learning on the critical thinking dispositions of pre-service science teachers. *International Journal of Science Education*, 39(10), 1326-1338.
- Arslan, S. (2012). The influence of environment education on critical thinking and environmental attitude. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 902-909.
- As'ari, A. R. (2014, April). *Ideas for developing critical thinking at primary school level*. Paper presented at an International Seminar on Addressing Higher Order Thinking: Critical Thinking Issues in Primary Education, Makasar.
- Asal, R. (2020). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aslan, F., & Büyük, U. (2020). Geogebra uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının atışlar konusundaki kavram yanlışlarına etkisi. *Pearson Journal of Social Sciences & Humanities*, 5(5), 22-37.
- Atabek-Yiğit, E., & Ceylan, Ö. (2015). Ortaokul öğrencilerinin geri dönüşüm ve tekrar kullanma kavramları hakkında sahip oldukları bilişsel yapıların belirlenmesinde akış haritalarının kullanılması. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(2), 155-166.

- Atasoy, G. (2020). *Bilim, sözdebilim ayrımı bağlamında tasarlanan etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin sözdebilimsel inançları, bilimsellik ölçütleri ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Ateş, S. (2005). Öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve kontrol etme yeteneklerinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 21-39.
- Ateskan, A., & Lane, J. F. (2018). Assessing teachers' systems thinking skills during a professional development program in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4348-4356.
- Avcı, A., & Yalçın, S. (2022). Sadeleştirilmiş matematik maddeleriyle öğrenci performansı ve madde anlaşılabilirliği arasındaki ilişki. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(236), 3315-3344.
- Aydede, M. N., & Kesercioğlu, T. (2010). Aktif öğrenme uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 14-22.
- Aygen, A. (2019). *Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının atom modelleri ile ilgili kavramsal anlamaları* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aynas, N. (2018). *Fen bilimleri dersinde otantik öğrenme uygulamalarının etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Aytar, A., & Özsevgeç, T. (2019). Disiplinler arası fen öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma konusundaki gelişimlerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 324-357.
- Babacan, M. A. (2017). *Sosyobilimsel konulardaki etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.
- Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375.
- Bakkaloğlu, S., & Toptaş, V. (2022). Eğitim alanında üstbiliş üzerine yapılan lisansüstü tezlerin içerik analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 155-177
- Bal, Ö., & Temel, Z. F. (2014). Okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 4-6 yaş çocuklarının kişiler arası problem çözme ve bakış açısı alma becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 156-169.
- Balaydın, H. T., & Altınok, O. (2018). Türkiye’de fen eğitiminde TGA stratejisi: Bir meta sentez. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(8), 427-444.
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Barak, M., Ben-Chaim, D., & Zoller, U. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353-369.
- Bardak, Ş., & Karamustafaoğlu, O. (2016). Fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları öğretim strateji, yöntem ve tekniklerin pedagojik alan bilgisi bağlamında incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 567-605.

- Bartlett, S., Burton, D., & Buckley, S. (2005). A case study of the importance of practitioner research for teacher development. *Education 3-13*, 33(3), 15-19.
- Basil, P. T. (2020). Parents and teachers engagement in using cognitive apprenticeship for child's development of authentic problem-solving skills in Tanzania. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 538, 234-239.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Bayat, S., & Şentürk, Ş. (2015). Fizik, kimya, biyoloji ortaöğretim alan öğretmenlerinin alternatif ölçme değerlendirme tekniklerine ilişkin görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 118-135.
- Bayrak, Ç. (2014). *Cort 1 düşünme programının "yaşamımızdaki elektrik" ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Bayram, E., Bıyık, Z., & Gölbaşı, M. (2021). Covid-19 pandemi sürecinde ortaokul öğrencilerinin uzaktan eğitimle gerçekleştirilen Türkçe dersine yönelik algıları [Özel sayı]. *Uluslararası Karamanoğlu Mehmetbey Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 28-41.
- Baysal, A., & Özgenel, M. (2019). Ortaokul öğrencilerinin bağlanma stilleri ve öz-düzenleme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 15(2), 142-152.
- Bektaş, M., & Horzum, M. B. (2014). *Otantik öğrenme* (3. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bilgin, İ., Coşkun, H., & Aktaş, İ. (2012, Haziran). *5E modelinin uygulandığı ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneklerinin maddeyi tanıyalım ünitesindeki başarılarına etkisinin incelenmesi*. 10. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri. Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Bolat, A., Karamustafaoğlu, S., & Karamustafaoğlu, O. (2020). Okul dışı öğrenme ortamının 5. sınıf 'Canlılar Dünyası' ünitesinde öğrenci başarısına etkisi: Biyoçeşitlilik müzesi örneği. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 42-54.
- Boomer, S. M., & Latham, K. L. (2011). Manipulatives-based laboratory for majors biology—a hands-on approach to understanding respiration and photosynthesis. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 12(2), 127-134.
- Borthwick, F., Bennett, S., Lefoe, G. E., & Huber, E. (2007). Applying authentic learning to social science: A learning design for an inter-disciplinary sociology subject. *The Journal of Learning Design*, 2(1), 14-24.
- Bozdağ, H. C., & Ok, G. (2018). Dört aşamalı kavramsal ölçme aracı ile sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki bilgi farkındalıkları ile kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(2), 202-223.
- Bozkurt, E., & Demir, R. (2013). Öğrenci görüşleriyle akran değerlendirme: Bir örnek uygulama. *İlköğretim Online*, 12(1), 241-253.

- Brown, S. (2009). On the other side of the barrier is thinking. *Acta Didactica Napocensia*, 2(3), 1-8.
- Bulut, L. Ö., Turan-Oluk, N., & Ekmekçi, G. (2021). Kimya öğretmen adaylarının çözeltiler ve çözünme konularındaki kavram yanlışlarının kavram haritaları ile belirlenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(3), 1374-1407.
- Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2016). Öğrencilerin fen ve teknolojiye dönük kavramları günlük hayatla ilişkilendirme durumları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 159-172.
- Büçkün, B. (2017). *Exploring manifestation of critical thinking skills and dispositions on argument and counter argument development about a socioscientific issue* (Unpublished master's thesis). Boğaziçi University, İstanbul.
- Canbazoğlu, S., Demirelli, H., & Kavak, N. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ait konu alan bilgileri ile pedagojik alan bilgileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 9(1), 275-291.
- Canlas, I. P. (2019). Using visual representations in identifying students' preconceptions in friction. *Research in Science & Technological Education*, 39(2), 156-184.
- Canoğulları, E., Yıldız-Arıganoğlu, E., Kesik, S., & Atıcı, M. (2022). Covid-19 salgını sürecinde yüz yüze eğitime geçen ortaokullarda gerçekleşen öğrenci istenmeyen davranışlarının incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 20(1), 44-68. <https://doi.org/10.37217/tebd.979158>
- Çarkıt, E., & Yalçın, S. B. (2018). Üniversite öğrencilerinin düşünce hataları ve duyguları ifade etmelerinin mükemmeliyetçilik tutumlarını yordaması. *Sakarya University Journal of Education*, 8(1), 195-210.
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of Educational Research*, 61(2), 157-178.
- Cerrah-Özsevgeç, L., Yurtbakan, E., & Uludüz, Ş. (2019). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin "kütle ve ağırlık" kavramlarına yönelik yanlışlarının giderilmesinde kavram karikatürünün etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 7(1), 51-67.
- Çetinkaya, E. (2019). Açık-düşündürücü yaklaşıma dayalı etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerine etkisi. *Journal of Theoretical Educational Science*, 12(1), 227-259.
- Ceylan, Ö. (2015). *Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilişsel yapılarına etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Chance, P. (1986). *Thinking in the classroom: A survey of programs*. New York: Colombia University Teachers College Press.
- Chattopadhyay, A. (2012). Understanding of mitosis and meiosis in higher secondary students of Northeast India and the implications for genetics education. *Education*, 2(3), 41-47.
- Cholewinski, M. (2009). An introduction to constructivism and authentic activity. *Journal of the school of contemporary international studies Nagoya University of Foreign Studies*, 5, 283-316.

- Choy, S. C., & San Oo, P. (2012). Reflective thinking and teaching practices: A precursor for incorporating critical thinking into the classroom?. *International Journal of Instruction*, 5(1), 167-182.
- Colletti, N. E. (2011). *The impact of completing authentic tasks on the development of critical thinking skills* (Unpublished doctoral dissertation). Capella University, Unites States of America.
- Cook, N. A. (2008). Online discussion forums: A strategy for developing critical thinking in middle school students (Unpublished doctoral dissertation). State University of New York, Unites States of America.
- Coşkun, A. (2021). *Bilim tarihi örnekleri ile destekli sorgulamaya dayalı hücre konusu öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerine ve fen başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E., & Çalık, M. (2007). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor?. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 13-28.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Crews, T. R., Biswas, G., Goldman, S., & Bransford, J. (1997). Anchored interactive learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8, 142-178.
- Cüceloğlu, D. (1993). *İyi düşün doğru karar ver*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Cüceloğlu, D. (2001). *İyi düşün doğru karar ver*. İstanbul: Remzi Kitap.
- Çalık, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2010). Investigating the effectiveness of teaching methods based on a four-step constructivist strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 32-48.
- Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S., & Coştu, B. (2007). Investigating the effectiveness of a constructivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 257-270.
- Çam, N., & Ercan-Yalman, F. (2021). Değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisi için bir test geliştirme çalışması: Karma yöntem araştırması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(32), 410-442.
- Çavdar, O., Okumuş, S., Alyar, M., & Doymuş, K. (2017). Asitler ve bazlar konusunun anlaşılmasına farklı yöntemlerin etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 383-408.
- Çavumirza, E. (2018). *Model ile fen öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin başarılarına, eleştirel düşünme eğilimlerine, tutumlarına ve kavram öğrenmelerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Çavuş, R., & Balçın, M. D. (2017). Fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen oyun etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşleri: Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesi örneği. *Researcher: Social Science Studies*, 5(3), 323-341.

- Çil, D., & Çelik, H. (2018). Ortaokul öğrencilerinin temel fizik kavramlarına yönelik metaforik algılarının incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 5(2), 206-225.
- Çimen, O., & Yılmaz, M. (2012). İlköğretim öğrencilerinin geri dönüşümle ilgili bilgileri ve geri dönüşüm davranışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 63-74.
- Çökelez, A., & Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 11(2), 452-471.
- Çorapçıgil, A. (2014). *Öz değerlendirme destekli fizik laboratuvar uygulamalarının üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Çoruhlu, T. Ş., Nas, S. E., & Çepni, S. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin alternatif ölçme-değerlendirme tekniklerini kullanmada karşılaştıkları problemler: Trabzon örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 122-141.
- d'Angelo, E. (1971). *The teaching of critical thinking*. Amsterdam: Gruner.
- Dadlı, G. (2017). *İnsan ve çevre ilişkileri ünitesinde otantik probleme dayalı öğrenme etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinde yansıtıcı düşünme becerisi, akademik başarı, çevre tutum ve farkındalıkları üzerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Davies, M. (2013). Critical thinking and the disciplines reconsidered. *Higher Education Research and Development*, 32(4), 529-544.
- Dede, C. (2009). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca, & R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51-76). Indiana: Solution Tree Press.
- Demir, Ü., & Bayraktar, K. (2021). Kimya öğretimine yönelik mobil oyun geliştirme: Element fabrikası örneği. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 136-146.
- Demirel, T. (2017). *Argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı, eleştirel düşünme becerisi, fen ve teknoloji dersine yönelik güdülenme ve argümantasyon becerisi üzerindeki etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Demirkan, Ö. (2006). *Bağlaışık öğrenme gruplarında bağlam çokluğu ve bilişsel stilin başarı, transfer ve bağımsızlaştırmaya etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Develi, F., & Namdar, B. (2019). Defining friction force: A proposed solution to a textbook problem. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 5(1), 91-101.
- Dilek, Y., & Yürük, N. (2013). Using semantic mapping technique in vocabulary teaching at pre-intermediate level. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 70, 1531-1544.
- Dinç-Bilgin, S., & Zorlu, Y. (baskıda). "Saf Madde ve Karışımlar" ünitesinde 2D ve 3D teknoloji destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve 21. yüzyıl becerilerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. DOI: 10.17556/erziefd.1302334.

- Doğan-Dolapçioğlu, S. (2015). *Matematik dersinde otantik öğrenme yoluyla eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Doğan, Ş., Akter, B. A., Büber, A., & Ünal-Çoban, G. (2023). Şaşırtan deneyler ile sorgulama uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlama, sorgulama becerileri ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 56(1), 334-412.
- Doğan, Y. (2010). Fen ve teknoloji dersi programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 86-106.
- Doğan, Z., & Demir, S. (2023). Küçük grup tartışmalarındaki öğrenci rollerinin dil becerilerine katkısı. *Educational Academic Research*, (49), 48-62.
- Donohue, K., Buck, G. A., & Akerson, V. (2020). Where's the science? Exploring a new science teacher educator's theoretical and practical understanding of scientific inquiry. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(1), 1-13.
- Dökmecioğlu, B. (2017). *Öğrencilerin fen bilimleri dersindeki eleştirel düşünme eğilimlerinin yapılandırmacı sınıf ortamı algıları ve üstbilişsel özdüzenleme stratejileri ile yordanması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Dul Aji, S., & Hudha, M. N. (2015). *Authentic problem through integrative learning to describe scientific activity student senior high school on the physics topic of linear motion*. Retrieved July 4, 2023, from <https://core.ac.uk/download/pdf/297841466.pdf>
- Duman, C., & Bay, E. (2022). Benzerlikler ve farklılıklar stratejisinin öğrenci başarısı üzerinde etkililiğinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(1), 90-99.
- Duman, M. Ş., & Avcı, E. (2014). Fen ve teknoloji eğitiminde kavram yanlışları üzerine 2003-2013 yılları arasında yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2(2), 67-82.
- Dunne, J., & Morgan, M. (1995). Thinking critically about critical thinking. *Irish Educational Studies*, 14(1), 105-121.
- Durhan, G. (2022). Mantıksal akıl yürütmede önyargı ve yanlışlar. *Mantık Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 6-23.
- Ecevit, T., & Özdemir-Şimşek, P. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 16(1), 129-150.
- Eğmir, E. (2016). *Eleştirel düşünme becerisi öğretim programının hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Eisenkraft, A., Heltzel, C., Johnson, D., & Radcliffe, B. (2006). Artist as chemist. *The Science Teacher*, 73(8), 33-37.
- Ekemen, M. (2022). *Web 2.0 araçları ile zenginleştirilmiş sosyal medya destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin sosyal medya kullanım durumlarına, dijital okuryazarlık düzeylerine ve*

eleştirel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Eliaison, C., & Jenkins, L. (2008). *A practical guide to early childhood curriculum, upper saddle river* (8th ed.). New Jersey: Pearson.
- Ennis, R. (2013). Critical thinking across the curriculum (CTAC). *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 28(2), 25-45.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher*, 18(3), 4-10.
- Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5-24.
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory Into Practice*, 32(3), 179-186.
- Epçaçan, C. (2018). Okuma ve anlama becerilerinin öğretim sürecine etkisi üzerine bir değerlendirme. *Electronic Turkish Studies*, 13(19), 615-630.
- Er-Nas, S., İpek-Akbulut, H., Çalik, M., & Emir, M. İ. (2022). Facilitating conceptual growth of the mainstreamed students with learning disabilities via a science experimental guidebook: A case of physical events. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(1), 45-67.
- Erdaş-Kartal, E., & Ada, E. (2019). Okul öncesi öğretmen adaylarının çevre problemleri ve geri dönüşüm hakkındaki görüşleri. *Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 818-847.
- Erduran-Avcı, D., Demirekin, M., Hare, O., Özlü, S., & Özkan, İ. (2013). 8. sınıf öğrencilerinin çevre sorunları algısının farklı tekniklerle incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(2), 50-66.
- Erol, M. (2017). Genç yetişkinliğin öncesinde olan ergenlerin yaşam doyumu: “Utangaçlık” ve “öz yeterlik algısı”nın rolü. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 28(2), 95-103.
- Ertas, H. (2012). *Okul dışı etkinliklerle desteklenen eleştirel düşünme öğretiminin, eleştirel düşünme eğilimine ve fizik dersine yönelik tutuma etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Erten, S., & Köseoğlu, P. (2022). Ortaokul fen bilimleri kitaplarında “sıfır atık projesi”. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(234), 1085-1110.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. California: The California Academic Press.
- Forawi, S. A. (2016). Standard-based science education and critical thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 20, 52-62.
- Frijters, S., ten Dam, G., & Rijlaarsdam, G. (2008). Effects of dialogic learning on value-loaded critical thinking. *Learning and Instruction*, 18(1), 66-82.

- Fuad, N. M., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2017). Improving junior high schools' critical thinking skills based on test three different models of learning. *International Journal of Instruction*, 10(1), 101-116.
- Germann, P. J., Aram, R., & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 79-99.
- Germann, P. J., Aram, R., Odom, A. L., & Burke, G. (1996). Student performance on asking questions, identifying variables, and formulating hypotheses. *School Science and Mathematics*, 96(4), 192-201.
- Gibson, C. (1995). Critical thinking: Implications for instruction. *RQ*, 35(1), 27-36.
- Glaser, R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychologist*, 39(2), 93.
- Glaser, R. (1985). Learning and instruction: A letter for a time capsule. *Thinking and Learning Skills*, 2, 609-618.
- Glasser, W. (1986). *Control theory in the classroom*. New York: Harper & Row.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Gök, T. (2018). Akran öğretimi yöntemiyle öğrencilerin kavram öğrenme ve problem çözme başarısının değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 18-32.
- Gökulu, A. (2017). 8. sınıf öğrencilerin element, bileşik, karışım kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanlışlarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(2), 611-626.
- Görececk-Baybars, M. (2018). Fen bilgisi öğretmenlerinin iş konusundaki alternatif kavramlarının ve kökenlerinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 1474-1493.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science teaching*, 28(9), 799-822.
- Gülcü, M. (2019). *Sosyobilimsel konuların öğretiminde altı şapka düşünme tekniğinin öğrencilerin akademik başarılarına, eleştirel düşünme ve karar verme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Karaman.
- Gündoğdu, H. (2009). Eleştirel düşünme ve eleştirel düşünme öğretimine dair bazı yanlışlar. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 57-74.
- Güngör, S. N., & Özkan, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 82-95.
- Güzel-Yüce, S., & Koç, Y. (2019). Fen öğretiminde düşünme kültürünün geliştirilmesi: Kuramdan uygulamaya ilişkin öneriler. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 142-159.

- Güzel, Z. (2018). *Fen bilimleri öğretiminde öz ve akran değerlendirme uygulamalarının yer aldığı probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Hacıoglu, Y., & Gulhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(2), 139-155.
- Hall, A. (2016). *Developing critical and creative thinking: In science*. The National Strategies: Secondary. Retrieved July 8, 2023, from <https://silo.tips/download/developing-critical-and-creative-thinking-in-science>
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking* (5th ed.). New York: Psychology Press.
- Hamarta, E. (2009). Ergenlerin sosyal kaygılarının kişilerarası problem çözme ve mükemmeliyetçilik açısından incelenmesi. *Elementary Education Online*, 8(3), 729-740.
- Hamzadayı, E., & Batmaz, Ö. (2022). Okuduğunu anlamayı etkileyen etmenlere yönelik bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 23(2), 190-209.
- Harahap, M. B., & Silalahi, N. S. (2016). The effect of problem based learning model assisted concept map to authentic problem solving skills topic on dynamic electric grade X SMA Negeri 1 Sidikalang AY 2015/2016. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 2(2), 10-13.
- Harlen, W. (Ed.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: Association for Science Education.
- Harman, G., & Çelikler, D. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının geri dönüşüm kavramı hakkındaki farkındalıkları. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 331-333.
- Harman, G., & Çökelez, A. (2017). Analogjilerin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 340-363.
- Harman, G., Aksan, Z., & Çelikler, D. 2015. Mental models which influence the attitudes of science students towards recycling. *International Journal of Sustainable and Green Energy* 4(1-2), 6-11.
- Hashim, H., Ali, M. N., & Samsudin, M. A. (2018). Nurturing habits of mind (HOM) through thinking based learning (TBL) in doing science technology, engineering and mathematics (STEM) project. *Educatum Journal of Science, Mathematics and Technology*, 5(2), 7-18.
- Hashim, H., Ali, M. N., & Shamsudin, M. A. (2017). Infusing high order thinking skills (HOTs) through thinking based learning (TBL) during ECA to enhance students interest in STEM. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(11), 1191-1199.

- Heliawati, L., Ibnu, I., Afakillah, Dwi, I., & Pursitasari. (2020). The effectiveness of vocational high school student practicum skills in mixture separation materials on problem-solving ability. *JPI*, 9(3), 489-496.
- Hidayati, Y., & Sinaga, P. (2019). The profile of critical thinking skills students on science learning. In A. G. Abdullah et al. (Eds.), *4th Annual Applied Science and Engineering Conference Vol. 1402 Journal of Physics: Conference Series* (pp. 44-75). Institute of Physics Publishing.
- Holtermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in Science Education*, 40, 743-757.
- Huitt, W. (1998). Critical thinking: An overview. *Educational Psychology Interactive*, 3(6), 34-50. Retrieved July 2018, from, <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cogsys/critthnk.html>
- Ilkorucu, S., Tapan-Broutin, M. S., & Boyacı, M. (2022). The effect of the critical thinking based 4 mat instruction applied in science education on critical thinking dispositions. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 641-659.
- İlkörücü-Göçmençelebi, Ş. (2007). *İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersinde verilen biyoloji bilgilerini kullanma ve günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- İncetaş, F., & Kaf, Ö. (2022). Covid-19 salgın sürecinin öğrencilerin akademik ve sosyal davranışlarına yansımalarıyla ilgili öğretmen görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 2(1), 156-175.
- İpek-Akbulut, H. (2013). *İkili yerleşik öğrenme modeli ile yapılan öğretimin öğrencilerin bilişsel alandaki başarılarına ve kavramsal değişimlerine etkisinin incelenmesi: Kuvvet ve hareket ünitesi örneği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- İspir, B., & Yıldız, A. (2021). Argümantasyon yönteminin uygulanması sürecinde karşılaşılan sınırlılıkların tartışılması. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi*, 7(13), 236-258.
- Jacobs, J., Gordon, S. P., & Solis, R. (2016). Critical issues in teacher leadership: A national look at teachers' perception. *Journal of School Leadership*, 26(3), 374-406.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Kabataş-Memiş, E. (2016). The effects of an argument-based inquiry approach on improving critical thinking and the conceptual understanding of optics among pre-service science teachers. *International Journal of Progressive Education*, 12(3), 62-77.
- Kabataş-Memiş, E., & Çakan-Akkaş, B. N. (2020). Developing critical thinking skills in the thinking-discussion-writing cycle: The argumentation-based inquiry approach. *Asia Pacific Education Review*, 21(3), 441-453.
- Kaddoura, M. (2013). Think pair share: A teaching learning strategy to enhance students' critical thinking. *Educational Research Quarterly*, 36(4), 3-24.
- Kalaycı, S., & Bakır, E. (2018). 6. sınıf öğrencilerinin hücre konusundaki kavramları anlama düzeylerine alıştırma ve tekrar yazılımında hazırlanan materyalin etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 67-81.

- Kanik, F. (2010). *An assessment of teachers' conceptions of critical thinking and practices for critical thinking development at seventh grade level* (Unpublished doctoral dissertation). Middle East Technical University, Ankara.
- Kara, S., & Aktürkoğlu, B. (2019). İlkokul fen bilimleri ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek sözel ve görsel içerik. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 234-259.
- Karaarslan-Semiz, G., & Teksöz, G. (2019). Sistemsel düşünme becerilerinin tanımlanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesi üzerine bir çalışma: Kavram haritaları. *Başkent University Journal of Education*, 6(1), 111-126.
- Karaca, M., Öner-Armağan, F., & Bektaş, O. (2021). Eğitsel kart oyunu örneği: Mitoz ve mayoz bölünme. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(40), 9-20.
- Karadağlı, İ. (2006). *Olay sorgulamasının öğrencilerin fenle ilgili dogmatik olaylara yaklaşımlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Karadüz, A. (2010). Dil becerileri ve eleştirel düşünme. *Turkish Studies*, 5(3), 1566-1593.
- Karaer, G., Karademir, E., & Tezel, Ö. (2019). Sınıf öğretmen adaylarının fen laboratuvarında argümantasyon tabanlı öğretime yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(Özel Sayı), 217-241.
- Karakaya, F., & Yılmaz, M. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının organel kavramına yönelik yanlışlarının incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19(1), 403-420.
- Karakuş, G., & Çimen, O. (2020). Öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik etik yaklaşımlarının incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 411-435.
- Karakuş, M., & Yeşilpınar, M. (2013). İlköğretim altıncı sınıf matematik dersinde uygulanan etkinliklerin ve ölçme-değerlendirme sürecinin incelenmesi: Bir durum çalışması. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 3(1), 35-54.
- Karamustafaoğlu, O., & Baran, S. (2020). 'Kuvvet kapmaca' eğitsel oyunu ile fen öğretimine yönelik öğretmen görüşleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(1), 76-91.
- Katipoğlu, H., & Razi, Ö. (2022). Görüş geliştirme (Serbest kürsü). A. Kızılkaya-Namlı (Ed.), *Eğitimin kavramsal temelleri 5 içinde* (s. 443-455). İstanbul: Efe Akademi Yayınları.
- Kavanagh, C., & Sneider, C. (2007). Learning about gravity I. Free fall: A guide for teachers and curriculum developers. *The Astronomy Education Review*, 2(5), 21-52.
- Kenç, M. F. (2011). *Rehber öğretmenlerin ve branş öğretmenlerinin epistemik otorite olarak algılanma düzeylerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Khandagale, V. S., & Chavan, R. (2017). Identification of misconceptions for gravity, motion and inertia among secondary school students. *Aayushi International Interdisciplinary Research Journal*, 4(11), 197-205.
- Kılıç, A. S. (2015). *Fen ve matematik entegrasyonu ile hazırlanan etkinliklerin üstün yetenekli ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Kınık-Topalsan, A., & Özalp, D. (2022). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının fen bilimleri kavramları hakkındaki algılarının değerlendirilmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(2), 591-623.
- Kıryak, Z., Candaş, B., Karanisoğlu, B., & Özmen, H. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümlerine yönelik bilgi düzeylerinin çizimler aracılığıyla belirlenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 2(2), 79-92.
- Kinoshita, H. (2022). Teaching of critical thinking skills by science teachers in Japanese primary schools. *Journal of Baltic Science Education*, 21(5), 801-816.
- Kirman-Bilgin, A., Er-Nas, S., & İpek-Akbulut, H. (2014). Öğretmen adaylarının “çözünürlük” konusuna yönelik alternatif kavramlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 371-392.
- Koçak, F., & Sarı, H. (2021). The effectiveness of the semantic concept map method in concept teaching to students with autism spectrum disorders. *Journal of Education and Learning*, 10(4), 170-184.
- Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M., & Presley, A. İ. (2007). The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on academic achievement and science process skills. *Elementary Education Online*, 6(3), 377-389.
- Korganci, N., Miron, C., Dafinei, A., & Antohe, S. (2015). The importance of inquiry-based learning on electric circuit models for conceptual understanding. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 2463-2468.
- Köroğlu, Z., & Avgın, S. S. (2022). Dijital hikaye yönteminin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin " hücre bölünmeleri" konusundaki kavram yanlışlarını gidermeye etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 1087-1109.
- Kruse, J., & Presseisen, B. Z. (1987). *A catalog of programs for teaching thinking*. Philadelphia: RBS.
- Ku, K. Y. L. (2009). Assessing students' critical thinking performance: Urging for measurements using multi-response format. *Thinking Skills and Creativity*, 4(1), 70-76.
- Kurnaz, A. (2007). *İlköğretim beşinci sınıf sosyal bilgiler dersinde beceri ve içerik temelli eleştirel düşünme öğretiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri, erışı ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kuşakçı-Ekim, F. (2007). *İlköğretim fen öğretiminde kavramsal karikatürlerin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*, 6, 40-41.
- Lim, S. E., Cheng, P. W. C., Lam, M. S., & Ngan, S. F. (2003). Developing reflective and thinking skills by means of semantic mapping strategies in kindergarten teacher education. *Early Child Development and Care*, 173(1), 55-72.
- Lin, S. S. (2013). Science and non-science undergraduate students' critical thinking and argumentation performance in reading a science news report. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1023-1046.

- Linn, B., & Shore, B. M. (2008). Critical thinking. In J. A. Plucker & C. M. Callahan (Eds.), *Critical issues and practices in gifted education: What the research says* (pp. 155-165). Texas: Prufrock Press.
- Liu, L., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 1023-1040.
- Malamitsa, K., Kasoutas, P., & Kokkotas, M. (2009). Graph/chart interpretation and reading comprehension as critical thinking skills. *Science Education International*, 19(4), 317-384.
- Mapeala, R., & Siew, N. M. (2015). The development and validation of a test of science critical thinking for fifth graders. *Springer Plus*, 4(1), 741.
- Marin, L. M., & Halpern, D. F. (2011). Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: Explicit instruction produces greatest gains. *Thinking Skills and Creativity*, 6(1), 1-13.
- Marzano, R. J., Pickering, D. J., & Pollock, J. E. (2001). *Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Maslow, A. H. (1968). *Toward a psychology of being* (2nd ed.). New York: Van Nostrand.
- McGregor, D. (2007). *Developing thinking developing learning*. Berkshire: Open University Press.
- McKee, J. S. (1988). Impediments to implementing critical thinking. *Social Education*, 52(6), 444-446.
- McPeck, J. E. (1981). *Critical thinking and education*. Oxford: Martin Robenson.
- Mecit, Ö. (2006). *The effect of 7e learning cycle model on the improvement of fifth grade students' critical thinking skills* (Unpublished doctoral dissertation). Middle East Technical University, Ankara.
- Mengi, F., & Schreglman, S. (2013). Yapılandırmacı sınıf öğrenme ortamı algısı. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 4(7), 160-174.
- Meşeci, B., Tekin, S., & Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (9), 20-40.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2016). *Düşünme eğitimi dersi (7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mohammadi, F. S. (2017). The effect of authentic problem-based vocabulary tasks on vocabulary learning of EFL learners. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 5(3), 35-40.
- Nacaroglu, O., Bektaş, O., & Kızıkan, O. (2020). Madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda başarı testi geliştirme: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(1), 36-51.

- Namdar, B., & Tuskan, İ. B. (2018). Fen bilgisi öğretmenlerinin argümantasyona yönelik görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 1-22.
- National Research Council [NRC] (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington: National Academies Press.
- Nedim-Bal, P., & Öner, M. (2014). Sosyal kaygı ile başa çıkma psiko eğitim programının ortaokul öğrencileri üzerindeki etkisi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 335-348.
- Newmann, F. M., & Wehlage, G. G. (1993). Five standards of authentic instruction. *Educational Leadership*, 50(7), 8-12.
- Nickerson, R. S. (1988). Chapter 1: On improving thinking through instruction. *Review of Research in Education*, 15(1), 3-57.
- Nicoll, B. (1996, January). *Developing minds: Critical thinking in K-3*. Paper presented at the California Kindergarten Conference, San Francisco, CA.
- Noor, A. F., Yunus, R., Suyidno, S., & Fahmi, F. (2023). Development of Predict-Observe-Explain (POE) based authentic problems' instructional package to improve students' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 14(1), 69-81.
- Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40-45.
- Nosich, G. M. (2016). *Disiplinlerarası eleştirel düşünme rehberi* (3. baskı) (B. Aybek, Çev.) Ankara: Anı Yayıncılık.
- Nosich, G. M. (2018). *Disiplinlerarası eleştirel düşünme rehberi* (4. baskı) (B. Aybek, Çev.) Ankara: Anı Yayıncılık.
- Okumuş, S., & Doymuş, K. (2017). İşbirlikli öğrenme ve modellerin yedi ilkeyle birlikte uygulanmasının kavramsal anlamaya etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 431-457.
- Okumuş, S., & Doymuş, K. (2018). Modellerin okuma-yazma-uygulama yöntemi ve yedi ilke ile uygulanmasının maddenin tanecikli yapısı ve yoğunluk konularının kavramsal anlaşılmasına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 1603-1638.
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905.
- Ormancı, Ü., Çepni, S., & Ülger, B. B. (2020). Ortaokul öğrencilerinin hücre konusunu anlama ve günlük yaşamla ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 3(2), 125-143.
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking? New directions in science education. *School Science Review*, 352, 53-62.
- Önal, H., Kaya, N., & Çalışkan, T. (2019). Çevre eğitiminde sıfır atık politikası ve mevcut ders kitaplarındaki görünümü (Hayat bilgisi 2. sınıf ders kitabı). *Milli Eğitim Dergisi*, 48(221), 123-140.

- Önal, İ. (2020). *Eleştirel düşünme becerilerine yönelik bir program geliştirme çalışması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Önel, A., & Yüce, Z. (2018). Ecological life attitude scale: Development, validity and reliability. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5), 148-164.
- Örekli, M. (2022). Epistemik otorite olarak meslek dersleri öğretmenleri-Nitel bir araştırma. *Marife Dini Araştırmalar Dergisi*, 22(2), 685-714.
- Öz, M. (2020). *Fen eğitiminde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımı ve çoklu modsal betimleme kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Özay-Köse, E. (2014). Hücre ve organellerin öğretiminde kavram haritalarının kullanılması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2014(3), 116-121.
- Özbay, M. (2004). Dil becerilerinin kazanılmasında " gözlem" in yeri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 33-42.
- Özbay, M., & Özdemir, B. (2012). Okuduğunu anlama sürecinde çıkarım yapma becerisinin işlevi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 17-28.
- Özbilen, A. G. (2023). *Ortaokul öğrencilerinin küresel çevre sorunları farkındalıkları ile eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özçelik, H. (2019). *Kavram karikatürleri ile desteklenen tahmin et-gözle-açıkla (TGA) yönteminin ortaokul öğrencilerinin sorgulama becerileri, bilimsel süreç becerileri ve kavram öğrenmelerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Özden, Y. (2005). *Öğrenme ve öğretme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Özgök, A., & Sarı, M. (2016). Ortaokul öğrencilerin okula aidiyet duygusu ve arkadaş bağlılık düzeyi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 71-86.
- Özmen, H. (2011). Effect of animation enhanced conceptual change texts on 6th grade students' understanding of the particulate nature of matter and transformation during phase changes. *Computers & Education*, 57(1), 1114-1126.
- Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (Ed.) (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Özsevgeç, T., & Altun, E. (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin eleştirel düşünmeye yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (24), 66-95.
- Özsoy, S., & Özsoy, G. (2013). Eğitim araştırmalarında etki büyüklüğü raporlanması. *İlköğretim Online*, 12(2), 334-346.
- Öztürk, H. İ. (2019). *Disiplinlerarası yaklaşım temelli geliştirilen öğretim programı tasarımının fen eğitiminde eleştirel düşünme becerilerine, sorgulayıcı öğrenme becerileri algısına, derse yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Padilla, M. J., Muth, K. D., & Lund-Padilla, R. K. (1991). Science and reading: Many process skills in common? In C. M. Santa, & D. E. Alvermann (Eds.), *Science learning: Processes and applications* (pp.14-19). Delaware: International Reading Association.
- Paul, R. (1995). *Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world*. California: Foundation for Critical Thinking.
- Paul, R. W., & Elder, L. (2002). *Critical thinking: Tools for taking charge of your professional and personal life*. New Jersey: Pearson.
- Paul, R. W., & Elder, L. (2005). *A guide for educators to critical thinking competency standards: Standards, principles, performance indicators, and outcomes with a critical thinking master rubric*. California: Foundation for Critical Thinking.
- Paul, R. W., & Elder, L. (2008). Critical thinking: The art of Socratic questioning, part III. *Journal of Developmental Education*, 31(3), 34-35.
- Paul, R. W., Binker, A. J. A., Douglas, M., & Adamson, K. (1989a). *Critical thinking handbook: High school. A guide for redesigning instruction*. California: Center for Critical Thinking and Moral Critique.
- Paul, R. W., Binker, A. J. A., Douglas, M., Jensen, K., & Kreklau, H. (1990). *Critical thinking handbook: 4. – 6. grades a guide for remodeling lesson plans in language arts, social studies & science*. California: Foundation for Critical Thinking. Sonoma State University.
- Paul, R. W., Binker, A. J. A., Douglas, M., Vetrano, C., & Kreklau, H. (1989b). *Critical thinking handbook: 6. – 9. grades a guide for remodeling lesson plans in language arts, social studies & science*. California: Center for Critical Thinking and Moral Critique.
- Paul, R., & Elder, L. (2016). *Kritik düşünce: Yaşamınızın ve öğrenmenizin sorumluluğunu üstlenmek için araçlar* (3. bs.) (A. E. Aslan & G. Sart, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Peach, B. E., Mukherjee, A., & Hornyak, M. (2007). Assessing critical thinking: A college's journey and lessons learned. *Journal of Education for Business*, 82(6), 313-320.
- Pekel, F. O. (2019). 8. sınıf fen bilimleri ders kitabının eğitsel, görsel, dil ve anlatım yönünden incelenmesi. *EKEV Akademi Dergisi*, (78), 221-260.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound?. *Educational Researcher*, 18(1), 16-25.
- Pilten, P., & Pilten, G. (2013). Okul çağı çocuklarının oyun kavramına ilişkin algılarının ve oyun tercihlerinin değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 15-31.
- Post, T. R. (1981). The role of manipulative materials in the learning of mathematical concepts. In *Selected issues in mathematics education* (pp. 109-131). California: McCutchan Publishing Corporation.
- Pursitasari, I. D., Suhardi, E., Putra, A. P., & Rachman, I. (2020). Enhancement of student's critical thinking skill through science context-based inquiry learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 97-105.
- Raiziene, S., & Grigaite, B. (2005). Developing child's thinking skills by semantic mapping strategies. *TRAMES*, 9(59/54), 192-206.

- Raker, J. R. (2011). *Connecting scientific research and classroom instruction: Developing authentic problem sets for the undergraduate organic chemistry curriculum* (Unpublished doctoral dissertation). Purdue University, The United State of America.
- Ramdani, A., Jufri, A. W., Gunawan, G., Fahrurrozi, M., & Yustiqvar, M. (2021). Analysis of students' critical thinking skills in terms of gender using science teaching materials based on the 5e learning cycle integrated with local wisdom. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 187-199.
- Ramesh, M., Victor, S. R., & Nagaraju, M. T. V. (2020). Misconceptions in certain science concepts among tribal students. *An International Bilingual Peer Reviewed Refereed Research Journal*, 10(40), 24-28.
- Renzulli, J. S. (1997). *How to develop an authentic enrichment cluster*. Connecticut: National Research Center on the Gifted and Talented.
- Renzulli, J. S., Gentry, M., & Reis, S. M. (2004). A time and a place for authentic learning. *Educational Leadership*, 62(1), 73-77.
- Resnick, L. B. (1987). *Education and learning to think*. Washington: National Academy Press.
- Reza, N. A., & Azizah, N. A. (2019). Semantic mapping strategy on students' vocabulary learning result. *Lingua*, 15(1), 27-34.
- Rosli, N., & Nasir, N. N. M. (2017). The use of the process-oriented guided-inquiry learning (POGIL) approach to address form one students' misconceptions about weight and mass. In M. Karpudewan, A. Md Zain, & A. Chandrasegaran, (Eds.) *Overcoming students' misconceptions in science* (pp. 243-262). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3437-4_13
- Rowe, M. P., Gillespie, B. M., Harris, K. R., Koether, S. D., Shannon, L. J. Y., & Rose, L. A. (2015). Redesigning a general education science course to promote critical thinking. *CBE—Life Sciences Education*, 14(3), 1-12.
- Rusçuklu, P., & Özdilek, Z. (2019). Bütünleştirilmiş anlaşıma halkaları ve TGA yönteminin çözünürlüğe etki eden faktörler konusundaki kavramsal anlamaya etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 621-648.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2002, April). *Investigating the crossroads of socio-scientific issues, the nature of science, and critical thinking*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans.
- Salih, M. (2014). Teachers' perceptions and students' motivation to thinking-based learning (TBL) in a classroom context. *Journal of Research, Policy & Practice of Teachers and Teacher Education*, 4(2), 5-14.
- Sampsel, A. (2013). Finding the effects of think-pair-share on student confidence and participation. *Honors Project*, 28, 1-19.
- Santos, L. F. (2017). The role of critical thinking in science education. *Online Submission*, 8(20), 160-173.

- Sarı, A., & Bayram, H. (2023). Kavram haritası ve bilgisayar destekli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 3(67), 29-47.
- Sarwanto, Fajari, L. E. W., & Chumdari, (2021). Open-ended questions to assess critical-thinking skills in Indonesian elementary school. *International Journal of Instruction*, 14(1), 615-630.
- Saysal-Araz, Z. (2013). *İlköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji okuryazarlık düzeyleri ile eleştirel düşünme düzeyleri arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Schafersman, S. D. (1991). *An introduction to critical thinking*. Retrieved 9 March, 2023, from <https://www.smartcollegeplanning.org/wp-content/uploads/2010/03/Critical-Thinking.pdf>
- Schreglmann, S. (2016). *Konu temelli eleştirel düşünme öğretimi özelliğine sahip eğitsel arayüz ile desteklenmiş eğitim yazılımının eleştirel düşünme becerisi ve fen bilimleri dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Schwichow, M., Zimmerman, C., Croker, S., & Härtig, H. (2016). What students learn from hands-on activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 980-1002.
- Scott, C. L. (2015). *The futures of learning 2: What kind of learning for the 21st century?*. Education Research and Foresight: Working Papers. Retrieved 4 January, 2018, from <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/3709>
- Scriven, M., & Paul, R. W. (1987). *Defining critical thinking. A draft statement for the National Council for Excellence in critical thinking*. Retrieved June 2018, from <https://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766#:~:text=Critical%20thinking%20is%20the%20intellectually,guide%20to%20belief%20and%20action>
- Selçioğlu-Demirsöz, E. (2014). Bilişüstü farkındalık ve geliştirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 112-123.
- Sesli, E., & Kara, Y. (2012). Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic test for high school students' understanding of cell division and reproduction. *Journal of Biological Education*, 46(4), 214-225.
- Shanta, S. (2019, June). *Developing and assessing authentic problem-solving skills in high school pre-engineering students*. Paper presented 126th Annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Florida.
- Sidiq, Y., Ishartono, N., Desstya, A., Prayitno, H. J., Anif, S., & Hidayat, M. L. (2021). Improving elementary school students' critical thinking skill in science through hots-based science questions: A quasi-experimental study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 378-386.
- Siegel, H. (1988). *Educating reason: Rationality, critical thinking, and education*. New York: Routledge.
- Siew, N. M., & Mapeala, R. (2016). The effects of problem-based learning with thinking maps on fifth graders' science critical thinking. *Journal of Baltic Science Education*, 15(5), 602-616.

- Smart-Morstad, K. (2012). Thinking-based learning: Promoting quality student achievement in the 21st century by R. J. Swartz, A. L. Costa, B. K. Beyer, R. Reagan, & B. Kallick [review]. *Critical Questions in Education*, 3(1), 50-51.
- Snyder, L. G., & Snyder, M. J. (2008). Teaching critical thinking and problem-solving skills. *The Journal of Research in Business Education*, 50(2), 90-99.
- Sökmen, N., & Bayram, H. (2002). Öğrencilerin bazı temel kimya kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim*, 27(124), 56-60.
- Sönmez, B. (2016). *Düşünme eğitimi dersinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Sönmez, D. (2020). İlkokul birinci sınıf öğrencilerinin “sıfır atık” kavramı ile ilgili çizimlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 593-601.
- Soysal, Y., & Radmard, S. (2018). Sınıf yönetimi olgusunun pedagoji, otorite tipleri ve söyleysel güç ilişkileri bağlamında yeniden değerlendirilmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 2(2), 59-85.
- Sözbilir, M. (2009, Şubat 24). *Nitel veri analizi* [PowerPoint slides]. Wordpress. <https://fenitay.files.wordpress.com/2009/02/1112-nitel-arac59ftc4b1rmada-veri-analizi.pdf>
- Stanley, T. L. (2017). *Increasing students' critical thinking and improving performance in elementary social studies classroom* (Unpublished doctoral dissertation). Capella University, United States of America.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.
- Sternberg, R. J. (1987). Questions and answers about the nature and teaching of thinking skills. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 251-259). New York: Freeman.
- Sumarni, W., Supardi, K. I., & Widiarti, N. (2018). Development of assessment instruments to measure critical thinking skills. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 349(1), 12-66.
- Swartz, R. (2012). Infusing instruction in thinking into content instruction: What do we know about its success. *Sri Lanka Journal of Educational Research*, 3, 1-39.
- Swartz, R. J. (1984). Critical thinking, the curriculum, and the problem of transfer. In D. N. Perkins, Jr., J. Lochhead, & J. Bishop (Eds.), *Thinking: Progress in research and teaching* (pp. 261-284). New Jersey: Erlbaum.
- Swartz, R. J. (1987). Teaching for thinking: A developmental model for the infusion of thinking skills into mainstream instruction. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 106-126). New York: Freeman.
- Swartz, R. J. (2008). Thinking-based learning making the most of what we have learned about teaching thinking in the regular classroom to bring out the best in our students. *Educational Leadership*, 65(5), 1-24.
- Swartz, R. J., & McGuinness, C. (2014). *Developing and assessing thinking skills project* (Final Report 1). The International Baccalaureate Project.

- Swartz, R. J., & Parks, S. (1994). *Infusing the teaching of critical and creative thinking into elementary instruction: A lesson design handbook*. California: Critical Thinking Press and Software.
- Swartz, R. J., & Parks, S. (1994). *Infusing the teaching of critical and creative thinking into content instruction*. Massachusetts: The National Center for Teaching Thinking.
- Swartz, R. J., Fischer, S., & Parks, S. (2000). *Infusing the teaching of critical and creative thinking into secondary science: A lesson design handbook*. California: Critical Thinking Press and Software.
- Syafii, M. L. (2018). Using the think-pair-share strategy to increase students' active involvement and to improve their speaking ability. *Indonesian Journal of English Education*, 5(1), 62-80.
- Şahin, E. (2016). *Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının üstün yetenekli öğrencelerin akademik başarılarına üstbiliş ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Şahin, F., & Hacıoğlu, Y. (2010, Kasım). Bilimsel tartışma destekli örnek olayların 8. sınıf öğrencilerinin “kalıtım” konusunda kavram öğrenmelerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisi. In *International Conference on New Trends in Education and Their Implications* (Vol. 269, p. 269-275).
- Şahinel, S. (2001). *Eleştirel düşünme becerileri ile tümleşik dil becerilerinin geliştirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Şen, Ş., & Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Şenşekerci, E., & Bilgin, A. (2008). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(14), 15-43.
- Şimşek, D., Yurtcan, M. T., & Oktay, Ö. (2019). Fen bilgisi öğretmeni adaylarının kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 195-214.
- Şimşek, H., Hırça, N., Coşkun, S., & Coşkun, S. (2012). İlköğretim fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim yöntem ve tekniklerini tercih ve uygulama düzeyleri: Şanlıurfa ili örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 249-268.
- Şimşek, Ö., & Yeşiloğlu, Ö. (2014). Akran öğretimi yönteminin elektrik kavramlarının öğrenimi ve bilimsel süreç becerilerinin kazanımı üzerine etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 72-94.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Boston: Pearson.
- Tajudin, N. M., Zamzamir, Z., & Othman, R. (2019). A thinking-based learning module for enhancing 21st century skills. *International Journal Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(6S4), 397-401.
- Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101.

- Temiz, B. K. (2020). Assessing skills of identifying variables and formulating hypotheses using scenario-based multiple-choice questions. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(1), 1-17.
- Tezbaşaran, A. A. (2008). *Likert tipi ölçek hazırlama kılavuzu* (3. sürüm e-kitap). Türk Psikologlar Derneği.
- Timuçin, M. (2019). *Eleştirel düşünme temelli biyoloji dersi modelinin öğrenci başarısına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Trabzon Üniversitesi, Trabzon.
- Tiruneh, D. T., De Cock, M., & Elen, J. (2018). Designing learning environments for critical thinking: Examining effective instructional approaches. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 1065-1089.
- Tiruneh, D. T., De Cock, M., Weldeclassie, A. G., Elen, J., & Janssen, R. (2017). Measuring critical thinking in physics: Development and validation of a critical thinking test in electricity and magnetism. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 663-882.
- Tiruneh, D. T., Verburgh, A., & Elen, J. (2014). Effectiveness of critical thinking instruction in higher education: A systematic review of intervention studies. *Higher Education Studies*, 4(1), 1-17.
- Tomaç, B. (2012). *Maddeyi tanıyalım ünitesinin eleştirel düşünme yöntemiyle öğretiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Konya Üniversitesi, Konya.
- Topsakal, İ. (2018). *Probleme dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenme iklimlerine, eleştirel düşünme eğilimlerine ve problem çözme becerilerine yönelik algılarına etkisinin araştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan.
- Torrecilla, J. S., Gutiérrez-de-Rozas, B., & Cancilla, J. C. (2021). Thinking-based learning at higher education levels: implementation and outcomes within a chemical engineering class. *Journal of Chemical Education*, 98(3), 774-781.
- Töman, U., & Odabaşı-Çimer, S. (2011). Enerji kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 31-43.
- Tripto, J., Assaraf, O. B. Z., & Amit, M. (2013). Mapping what they know: Concept maps as an effective tool for assessing students' systems thinking. *American Journal of Operations Research*, 3(1), 245-258.
- Tsay, H. H., & Kofinas, A., (2017, December). *Student engagement and the novelty effect in a technology-mediated gamified course*. Paper presented at the SRHE International Conference on Research into Higher Education, Newport, Wales.
- Tuncer, M., & Özeren, E. (2015). Alternatif ölçme ve değerlendirme araçları üzerine bir meta analiz çalışması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 374-386.
- Turan-Oluk, N., & Ekmekçi, G. (2019). Farklı kavram haritası oluşturma yöntemlerinin karşılaştırılması: Kimya öğretmen adayları görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(3), 1163-1177.
- Turan, M., & Koç, I. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlamaları ve kavram yanlışları. *Başkent University Journal of Education*, 5(2), 107-121.

- Turan, R. (2021). *Beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Türk Dil Kurumu [TDK], (2023). *Türkçe sözlük*. Ankara: TDK.
- Türkoğuz, S., & Yayla, Z. (2010). The effects of teaching science based on visual art activities on students' achievement and attitudes. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 99-111.
- Türnüklü, E. B., & Yeşildere, S. (2005). Problem, problem çözme ve eleştirel düşünme. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 107-123.
- Tüysüz, C., & Aydın, H. (2009). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin yeni fen ve teknoloji programına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 37-54.
- Tüzün, Ü. N. (2016). *Bilim eğitiminde lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin geliştirilmesi yoluyla eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ulu, C., & Bayram, H. (2015). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmelerine etkisi: Yaşamımızdaki elektrik ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(37), 61-75.
- Ulusoy, F., & Çakıroğlu, E. (2017). Ortaokul Öğrencilerinin paralelkenarı ayırt etme biçimleri: Aşırı özelleme ve aşırı genelleme. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 457-475.
- Ural-Keleş, P., & Keleş, M. İ. (2018). İlkokul 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin geri dönüşüm kavramı ile ilgili algıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 481-498.
- Ustaoglu, M. (2020). *"Vücudumuzun bilmecesini çözelim" ünitesinde otantik öğrenme etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Üner, S., & Biber, A. Ç. (2020). Dienes'in öğrenme teorisine göre yapılandırılmış etkinliklerin öğrenci başarısına etkisi. *Aşya Öğretim Dergisi*, 8(1), 1-14.
- Ünlü, A. (2015). *İlköğretim öğrencilerinde kalıtımla ilgili kavram yanlışları* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Ünlü, Ş. (2017). Eleştirel düşünmeyi destekleyen öğretmen eğitimi programının geliştirilmesi (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Vale, R. D. (2013). The value of asking questions. *Molecular Biology of the Cell*, 24(6), 680-682.
- Varan, S., & Sulak, S. E. (2018). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin zihinsel sözlüğünü geliştirmede eğitsel oyunların etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(67), 1109-1119.
- Varlı, B., & Uluçınar-Sağır, Ş. (2019). Araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin ortaokul öğrencilerinin fen başarısı, sorgulama algısı ve üstbilis farkındalığına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 703-725.
- Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 659-680.

- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54.
- Weng, X., Jong, M. S., & Chiu, T. K. (2021). STEM making: Fostering secondary students' collaborative skills with mentor-scaffolded authentic problem solving. In C. Ceballos (Ed.), *International Symposium on Educational Technology* (pp. 3-5). California: The Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Wongpairin, K., & Songsern, U. (2022). The development of instructional model by thinking-based learning to enhance English reading comprehension abilities and analytical thinking skills of upper secondary school students. *Journal of International Buddhist Studies*, 13(1), 87-103.
- Wright, I. (2002). Challenging students with the tools of critical thinking. *The Social Studies*, 93(6), 257-261.
- Yacoubian, H. A., & BouJaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1229-1252.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102-120.
- Yalçınkaya, T. (2016). *Sözdebilim temalı bilimin doğası öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının sözdebilim algılarına ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Yalçınıyğıt, C. (2016). *Biyoloji dersinde probleme dayalı öğrenmede eleştirel düşünme becerileri ile ilgili araştırma* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yetiş, H. (2023). *Rehberli araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının 8. sınıf öğrencilerinin fen başarısı, kavramsal anlama ve sorgulama becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Karaman.
- Yıldırım, H. İ. (2009). *Eleştirel düşünmeye dayalı fen eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yıldırım, H. İ., & Şensoy, Ö. (2011). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi üzerine eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen öğretiminin etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(2), 523-540.
- Yıldız, E., Şimşek, Ü., & Araz, H. (2016). Dolaşım sistemi konusunda eğitsel oyun yönteminin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı ve fen öğrenimi motivasyonu üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(36), 20-32.
- Yıldızlar, M. (2021). *Öğretim ilke ve yöntemleri* (8. bs). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Yılmaz, M., & İnce-Aka, E. (2022). Sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde sürtünme kuvveti konusunu günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 228-248.
- Yorulmaz, M. Ç. (2021). *Otantik problem odaklı proje tabanlı öğrenmede üstün yetenekli öğrencilerin motivasyonu* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi, Mersin.

- Yörek, N. (2007). Öğrenci çizimleri yoluyla 9 ve 11. sınıf öğrencilerinin hücre konusunda kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 107-114.
- Yuliati, L., Fauziah, R., & Hidayat, A. (2018). Student's critical thinking skills in authentic problem-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1013 (pp. 1-6). IOP Publishing.
- Yunita, A., Suyidno, S., & Syahmani, S. (2021). The validity of science e-module based on the authentic problem. In *Journal of Physics: Conference Series* Vol. 1760 (pp. 1-6). IOP Publishing.
- Yurdabakan, İ. (2011). Yapılandırmacı kuramın değerlendirmeye bakışı: Eğitimde alternatif değerlendirme yöntemleri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 44(1), 51-78.
- Yusuf, M. (2017). Infusing thinking-based learning in twenty-first-century classroom: The role of training programme to enhance teachers' skillful thinking skills. *Teacher Empowerment Toward Professional Development and Practices: Perspectives Across Borders*, 211-220.
- Zhu, D. (2012). Using games to improve students' communicative ability. *Journal of Language Teaching and Research*, 3(4), 801-805.
- Zittoun, T. (2022). The wind of thinking. *Culture & Psychology*, 28(2), 166-187.
- Zoller, U., Ben-Chaim, D., Ron, S., Pentimalli, R., Scolastica, S., Chiara, M. S., & Borsese, A. (2000). The disposition toward critical thinking of high school and university science students: An interintra Israeli - Italian study. *International Journal of Science Education*, 22(6), 571-582.
- Zorlu, F., & Sezek, F. (2020). The investigation of the effectiveness of applying group investigation method at different intervals in teaching science courses. *Journal of Theoretical Educational Science*, 13(2), 397-423.
- Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2021). Investigation of prospective science teachers' understandings on ergastic substances with the semantic mappings. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(1), 86-98.
- Zülfizade, T. (2020). Profesyonel bir kimlik olarak öğretmen liderliği (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.



7. EKLER

Ek 1. Paul vd. (1990) Eleştirel Düşünme Stratejileri – Gösterge Davranışları

Duyuşsal Stratejiler; bağımsız düşünmeyi ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

S1. Bağımsız düşünme: Bireyin kendi kendine düşünebilmesi; diğer inançları pasif şekilde kabul etmeme

- *Başkalarının düşüncelerini pasifçe kabul etmekten kaçınma*
- *Başkalarının makul önerilerine olumlu yanıt verme*
- *Kendi düşüncelerini izleme ve hatalı düşünceleri değiştirme*
- *Karar almada aktif olma*
- *Kendi düşünce, inanç ve değerleri için sorumluluk alma*

S2. Ben-merkezli veya toplum-merkezli iç görüşler geliştirme

- *Benmerkezci yol yerine mantıklı iletişim kurma*
- *Kanıtlar, çoğunluğun düşüncesinin aksini işaret ettiğinde çoğunluğun düşüncesinden uzaklaşma*

S3. Tarafsız düşünmeyi hayata geçirme: karşıt görüşlerin güçlü ve zayıf yönlerini düşünebilme

- *Kendi amacını, kanıtını, sonuçlarını sorgulama (kendi düşüncesine karşı tarafsız olma)*
- *Kendini karşıısındaki yerine koyarak onun düşüncesini doğru şekilde ifade etme (açıklama)*
- *Kendi avantajına bakmadan bütün bakış açılarına eşit mesafede olma*

S5. Zihinsel alçak gönüllüğü ve yargıyı geciktirmeyi geliştirme: kendi bilgisinin sınırını bilme

- *Bilinenden fazlasını iddia etmeme*
- *Bir konuya yönelik bilineni ve bilinmeyeniyi ayırt etme*
- *Bilgi eksikliğinin (cehaletin) kapsamını doğru olarak dile getirme*
- *Emin olunmayan konuya yönelik 'bilmiyorum' demekten çekinmeme*
- *Hatalı olabileceğini kabul etme ve doğru nedenlerle karşılaştıklarında görüşünü değiştirme*
- *Kitap, tuya da internette yazan bilgilerin hatalı olabileceğini düşünme*

S6. Zihinsel (sorgulama) cesareti geliştirme

- *Mantıklı şekilde gerekçelendirilmeyen popüler görüşleri sorgulama*
- *Popüler olmayan görüşler ve inançlarla tarafsız olarak ilgilenme*
- *Ait olunan sosyal grup tarafından destek bulan düşünceleri sorgulama*
- *Arkadaşının görüşüne şüphe ile yaklaşma ve bunu ifade etme*
- *Makul muhalif görüşleri dile getirme*
- *Öğrenilenleri süzgeçten geçirmeden kabul etmeme*

S7. İyi niyetli ve dürüst düşünme: eylemlerindeki ve düşüncelerindeki uyumu ve çelişkiyi kabul etme

- *Düşünceleri ve eylemlerindeki (ikisi arasındaki) tutarlı noktaları tanımlama*
- *Düşünceleri ve eylemlerindeki (ikisi arasındaki) çelişkileri tanımlama*
- *İnandığı düşünceleri uygulama*

S8. Zihinsel (düşünme) azmi geliştirme

- *Zorlu veya karmaşık bir görevle karşılaştıklarında pes etmeme*
- *Karmaşık problemleri ve görevleri alt problemlere ve görevlere ayırma*
- *Karmaşık bir soruna çözüm bulmak için makul bir süre ayırma*
- *Karmaşık problemleri ve görevleri çözmede sabır gösterme*

S9. Düşünme becerisine güven duyma

- *Bir inanç ya da düşünceyi kabul etmek için muhakemeyi kullanma*
- *Bir inanç ya da düşünceyi reddetmek için muhakemeyi kullanma*
- *Sorun ve meselelere yönelik akıl yürütürken duyguların gerekçelerini etkilemesine izin vermeme*
- *İyi ve güçlü muhakemeyi, zayıf ve güçsüz akıl yürütmeden ayırma*
- *Akademik problemlerin yanı sıra akademik olmayan problemlere çözüm bulma*

Ek 1'in devamı

Bilişsel Stratejiler – Makro Beceriler; düşünmeyi gerektiren ve düşüncenin genişletilmiş ardıcılığı içinde temel becerileri örgütleme sürecidir.

S10. Geçerli ve geçersiz genellemeleri fark etme / Genellemeleri arılaştırma ve yalınlaştırarak anlamını bozmaktan kaçınma

- Bir durumda var olanları doğru belirleme
- Bir durumda var olan yanlış (çarpıtma) betimlemeleri belirleme
- Verilen bir konunun örüntüsünü belirleme
- Bir durumda verilenlerden işe yarayanları seçip, kolay çözümü bulma
- Bir durumda verilenlerden işe yarayanları seçme
- Bir durumda verilenlerden işe yaramayanları seçme
- Kendi yaşamındaki olayları doğru betimleme
- Bir durumda verilerin hangi koşullar altında doğru olabileceğini belirleme

S11. Öğrendiklerini transfer etme / Benzer durumları karşılaştırma: içgörülerini yeni bağlamlara transfer etme

- Bir durumda kazandığı görüşleri uygun olan yeni durumlarda kullanma
- Karşılaşılan bir durumda farklı görüşleri düşünerek, alternatif yollar bulma
- Verilen bir durumdaki materyali farklı biçimde örgütleme
- Kendi yaşamındaki deneyimlerden yola çıkarak, karşılaşılan yeni durumları örgütleme

S12. Görüş geliştirme / Bireyin bakış açısını geliştirme: inançları, görüşleri veya kuramları yaratma ya da keşfetme

- Bir durumda ileri sürülen bir çözümde başka çözüm yolları olduğunu ileri sürme
- Kendi yaşamında var olan konuyla ilgili görüşleri belirleme
- Kendi yaşamındaki konuyla ilgili düşünme biçimlerini belirleme
- Bir durumda ileri sürülen görüşlere tarafsız olma
- Bir durumda ileri sürülen bir görüşün güçlü ve zayıf yönlerini belirleme
- *Bir duruma yönelik öne sürdüğü düşünceyi analiz etme*
- *Bir duruma yönelik öne sürdüğü düşüncenin güçlü ve zayıf yönlerini belirleme*
- *Bir duruma yönelik görüş geliştirirken tarafsız olabilme*

S13. Sorunları, sonuçları veya inançları açık hale getirme

- *Verilen durumu kendi kelimeleriyle açık olarak ifade etme*
- *Verilen durumu çeşitli yollarla açık ve doğru olarak yeniden ifade etme*
- *Verilen duruma yönelik kavramları belirleme*
- *Verilen durumla ilişkili kavramları belirleme*
- *Karmaşık soruları alt sorulara ayırma*
- *Soruya cevap ararken birden fazla bakış açısını göz önünde bulundurma*
- *Verilen duruma cevap ararken uygun kanıtları bulma*

S14. Sözcüklerin veya söz öbeklerinin açık hale getirilmesi ve analiz edilmesi

- Verilen bir durumdaki kavramları doğru çözümleme
- Verilen bir dizi kavramı doğru tanımlama
- Verilen bir durumu doğru tanımlama
- Verilen tanımlarla ilişkili kendi yaşamından doğru örnekler verme
- Verilen tanımlarla ilişkili başkalarının yaşamından doğru örnekler verme

S15. Değerlendirme için ölçüt geliştirme

- *Değerlendirilecek durumu tanımla*
- *Değerlendirme ölçütlerini belirleme*
- *Değerlendirme ölçütlerinin gerekçelerini ifade etme*
- *Düşüncelerinin birbirleriyle veya kanıtlarla çelişmediklerinden emin olmak için düşünce süreçlerini kontrol etme*

Ek 1'in devamı

- *Başkalarının düşüncelerini değerlendirirken de ölçütleri kullanma*

S16. Bilgi kaynaklarının güvenilirliğini değerlendirme

- *Bir durumu ifade ederken güvenilir bilgi kaynaklarını kullanma*
- *Kaynaklarda yer alan farklı görüşleri doğruluğuna yönelik araştırma*
- *Bilgileri doğruluğu açısından rutin olarak kontrol etme*
- *Başkalarının ileri sürdüğü bilgileri analiz etme ve değerlendirme*

S17. Derinlemesine sorgulama: temel ve önemli soruları sorma ve bu soruların devamlılığını sağlama

- Verilen bir durumda tartışmanın/sorunun temelini oluşturan noktaları belirleme
- Verilen bir durumda tartışmanın/sorunun temelini oluşturan noktaları ayrıntılı şekilde açıklama
- Verilen bir durumda ileri sürülen görüşlerin birbirleriyle tutarlılığını belirleme
- Verilen bir durumda ileri sürülen görüşlerle tutarlı olmayan görüşü belirleme
- Verilen bir durumda tartışma/sorunun nasıl inceleneceğini belirleme

S18. Görüşleri, yorumları, inançları veya kuramları analiz etme ya da değerlendirme

- Verilen bir durumda ileri sürülen görüşlerin zayıf yönlerini belirleme
- Verilen bir durumda ileri sürülen görüşlerin güçlü yönlerini belirleme
- Verilen bir durumun zayıf ve güçlü yönlerini belirledikten sonra onaylama/onaylamama
- İleri sürülen görüşün anahtar kavramlarını belirleme
- İleri sürülen bir görüşün ~~saygıltılarına~~ (altında yatan ön kabulleri) belirleme
- Verilen bir durumu anlamak için doğru sorular sorma

S19. Çözümleri üretme ve/ya çözümleri değerlendirme

- Verilen bir duruma ilişkin ileri sürülen çözümleri, birbirlerinden daha iyi yapan yönlerini belirleme
- Verilen bir problemin çözümü için nelerin gerekli olduğunu belirleme
- Verilen bir problemi çözmek için gerçekleştirilen denemelerin sonuçlarını belirleme
- Verilen bir problemi doğru çözmek için kullanabileceği kaynakları belirleme
- *Verilen problemin çözümünü ifade edebilme*
- *Verilen problemin olası çözüm yollarını değerlendirme*

S21. Eleştirel okuma: metinleri açık hale getirme ya da irdeleme

- *Her metnin bir amacı olduğunu bilme*
- *Okumanın aktif katılım gerektirdiğini kabul etme ve okunan metinle içsel diyalog oluşturma (okurken kendine soru sorma)*
- *Okunan metnin amacını açıklama*
- *Okunan metnin temel fikrini kendi cümleleri ile özetleme*
- *Okunan metnin örneklerini belirtme ve*
- *Okunan metinde anlaşılan ve anlaşılmayan bölümleri ayırt etme*
- *Okunan metnin hatalar içerebileceğini bilme*

S22. Eleştirel dinleme: sessiz diyalog sanatı

- *Dinlemenin aktif katılım gerektirdiğini bilme*
- *Düşünce akışını takip edebilmek için görüş alışverişinde bulunma*
- *Dinlenen tartışmaları, seyredilen videoların ana fikrini küçük gruplarla karşılaştırma*
- *Tartışmaları ya da videoları ikinci kez dinleyerek çıkarılan yorumların doğru olup olmadığını kontrol etme*

S23. Disiplinler arası ilişki kurma

- Verilen bir durumda farklı (çeşitli) alanlardaki ilişkili kavramların, bilgilerin bağlantısını kurma

Ek 1'in devamı

§24. Sokratik tartışmayı uygulama: inançları, kuramları ve görüngeleri açık hale getirme ve sorgulama

- Karşılaşılan bir durumu anlamak için doğru sorular sorma
- Karşılaşılan yeni bir durumun önceki bildiklerine ne kadarının benzediğini belirleme

S25. Farklı görüşleri karşılaştırma / Diyalsal düşünme: görüngeleri, yorumları veya kuramları karşılaştırma

- *Verilen bir duruma yönelik içsel diyaloglar kurma*
- *İçsel diyaloglar arasındaki tutarsızlıkları fark etme*

S26. Diyalektik düşünme (uslamlama): görüngeleri, yorumları veya kuramları değerlendirme

- Verilen bir durumdaki görüşlerin karşıtlarını ortaya koyma
- Verilen bir durumda görüşleri tez, antitez karşılaştırmasından geçirecek sonuca ulaşma

Bilişsel Stratejiler – Mikro Beceriler; bütünü göz ardı etmeden parçaları saptama ve ifadeyi bütünü içinde anlamlandırma becerileridir.

S27. Gerçek uygulama ile idealleri karşılaştırma ve birbirinden ayırt etme

- Bir durumda var olan gerçekleri belirleme
- Bir durumda var olan istenen gerçekleri belirleme
- Kendi yaşamındaki var olan gerçekleri belirleme
- Kendi yaşamında var olmasını istediği (ideal) gerçekleri belirleme
- Başkalarının yaşamında var olması istenen gerçekleri belirleme
- Karşılaşılan bir durumun olumlu taraflarını belirleme

S28. Düşünme hakkında kusursuz düşünme: eleştirel sözcük dağarcığı kullanma

- *Kritik sözcüğün hangi amaçla kullanıldığını belirleme*
- *Verilen durumda kritik sözcükleri kullanabilme*

S29. Önemli benzerliklere ve farklılıklara dikkat etme / önemli benzerlikleri ve farklılıkları belirleme

- Verilen bir durumda önemli benzerlikleri belirleme
- Verilen bir durumda önemli farklılıkları belirleme

S30. Sayıltıları inceleme ve değerlendirme

- *Verilen bir durum ya da öne sürülen düşünce ile ilgili sayıltıları belirleme*
- *Verilen bir durum ya da öne sürülen düşünce ile ilgili yanlış sayıltıları belirleme*
- *Bağlamında geçerli olan ve olmayan sayıltıları ayırt etme*
- *Başkaları tarafından öne sürülen sayıltıları analiz etme*
- *Verilen bir durum ya da öne sürülen düşünce ile ilgili alternatif sayıltıları göz önüne alma*
- *Birbiriyle tutarlı ve bağlamla ilişkili sayıltıda bulunma*

S31. İlgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme

- Verilen bir durumda sorunla ilgili olguları belirleme
- Verilen bir durumda sorunla ilgili olmayan olguları belirleme
- Verilen bir durumda sorunla ilişkili olguları ayırıp, ilişkili olgulara dayalı sonuç çıkarma

S32. Akılcı çıkarımlar, kestirmeler veya yorumlar oluşturma

- Verilen bir durumla ilgili gözlemleriyle çıkardığı sonuçları birbirinden ayırma
 - Verilen bir durumla ilgili yaptığı gözlemlere dayalı sonuçları kestirme/tahmin etme
 - Verilen bir durumla ilgili yaptığı gözlemlere dayalı olarak sonuçları yorumlama
 - Verilen bir sorunla ilgili olguların altında hangi gözlem ve bilgilerin yattığını araştırma
-

Ek 1'in devamı

S33. Kanıtları ve iddia edilen olguları değerlendirme

- Karşılaşılan bir problemi çözerken sonuca varmada kullanacağı temel kanıtları belirleme
- Verilen bir durumda problemi çözerken/ortaya konulmamış kullanılamayacak nedenleri ayırma

S34. Çelişkileri fark etme

- Verilen bir durumda karşıt görüşlerin çeliştiği noktaları belirleme
- Başkalarının görüşlerindeki çelişkilere karşı duyarlı olma
- Kendi görüşlerinde belirlediği çelişkileri ortadan kaldırmak için çaba gösterme

S35. Doğurguları ve sonuçları keşfetme

- Verilen bir durumdaki sonuçların hangi nedenlerde kaynaklandığını belirleme
- Karşılaşılan bir duruma yol açan nedenleri belirleme
- Verilen bir durumdaki nedenlerin/olguların bir araya gelişiyile nelerin ortaya çıkabileceğini tahmin etme



Ek 2. Düşünme Eğitimi Öğretim Programı Eleştirel Düşünme Kazanımları

BECERİLER

- 7.2.3. Karşılaştığı durumları anlamada sorgulayıcı davranır.
- 7.3.3.1. Eleştirinin düşünmeyi geliştirdiğini kavrar.
- 7.4.1. Düşünmenin aşamalı bir zihinsel üretim olduğunu kavrar.
- 7.4.2. Bilinenden yola çıkarak bilinmeyene ulaşır.
- 7.4.3. Problemin çözümünde varsayımlar oluşturur.
- 7.4.4. Dağınık verilerden anlamlı bir bütün oluşturur.
- 7.4.5. Bir bütünü benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflar.
- 7.4.6. Düşünme faaliyetinin ölçütlere bağlı olarak gerçekleştiğini kavrar.
- 7.4.7. Bir şeyin değerini ölçerken kıyaslama yapar.
- 7.4.8. Tek tek olaylardan genel ilkelere ulaşır.
- 7.5.1.1. Bir durumun problem olup olmadığına karar verir.
- 7.5.1.2. Sorunların tespiti ve çözümünde kendi bakış açısını geliştirir.
- 7.5.1.3. Kendi düşüncelerini ifade ederken özgüvenli davranır.
- 7.5.2.5. Eleştirilerden yararlanır.
- 7.5.2.6. Başkalarının düşüncelerinden faydalanmayı öğrenir.

EĞİLİMLER

- 7.5.2.1. Bir konu etrafında farklı görüşlerin ortaya çıkabileceğini kabul eder.
- 7.5.2.2. Farklı düşünceleri saygıyla karşılar.
- 7.5.2.3. Farklı düşüncelerin bir zenginlik olduğunu kabul eder.
- 7.5.2.4. Eleştirilere tahammül gösterir.

Ek 3. Düşünme Eğitimi Öğretim Programı – Gösterge Davranış Eşleştirmesi

KAZANIMLAR		STRATEJİLER
7.2.3.	Karşılaştığı durumları anlamada sorgulayıcı davranır.	S1, S6, S17, S18, S21, S24, S26, S32
7.3.3.1.	Eleştirinin düşünmeyi geliştirdiğini kavrar.	S3, S12
7.4.1.	Düşünmenin aşamalı bir zihinsel üretim olduğunu kavrar.	S8, S32
7.4.2.	Bilinenden yola çıkarak bilinmeyene ulaşır.	S11, S24
7.4.3.	Problemin çözümünde varsayımlar oluşturur.	S18, S30
7.4.4.	Dağınık verilerden anlamlı bir bütün oluşturur.	S31, S34, S35
7.4.5.	Bir bütünü benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflar.	S29, S31
7.4.6.	Düşünme faaliyetinin ölçütlere bağlı olarak gerçekleştiğini kavrar.	S15
7.4.7.	Bir şeyin değerini ölçerken kıyaslama yapar.	S15
7.4.8.	Tek tek olaylardan genel ilkelere ulaşır.	S23
7.5.1.1.	Bir durumun problem olup olmadığına karar verir.	S17, S21
7.5.1.2.	Sorunların tespiti ve çözümünde kendi bakış açısını geliştirir.	S1, S2, S6, S9, S12, S18, S21, S26
7.5.2.1.	Bir konu etrafında farklı görüşlerin ortaya çıkabileceğini kabul eder.	S3, S17, S26, S34
7.5.2.2.	Farklı düşünceleri saygıyla karşılar.	S3
7.5.2.4.	Eleştirilere tahammül gösterir.	S5
7.5.2.5.	Eleştirilerden yararlanır.	S9
7.5.2.6.	Başkalarının düşüncelerinden faydalanmayı öğrenir.	S16

Ek 4. Belirtke Tablosu

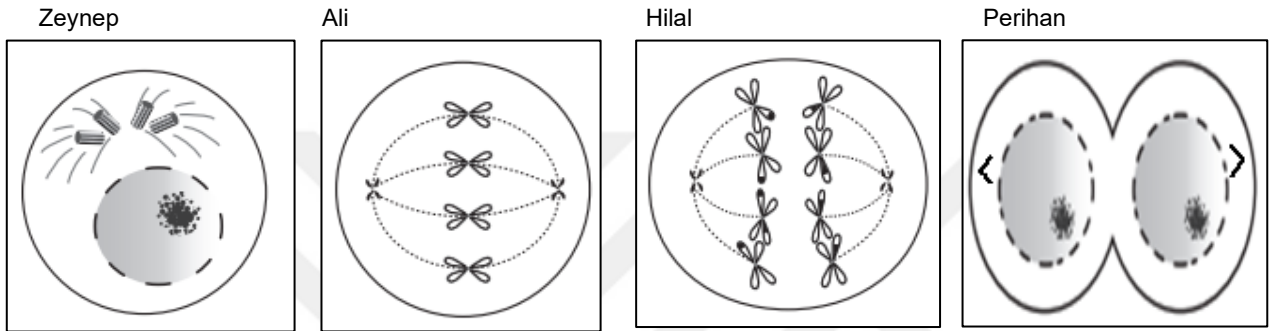
7. sınıf					
Öğrenme Alanı	Ünite	Konu	Kavram	Kazanımlar	Soru Sayıları
Canlılar ve Yaşam	Hücre ve bölünmeler	Hücre	hücre, bitki ve hayvan hücresi arasındaki benzerlik ve farklılıklar, dokular, hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisi, DNA, gen, Kromozom	F.7.2.1.1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.	3, 4
				F.7.2.1.2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır.	
				7.2.1.3. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar.	2
		Mitoz	hücre bölünmesi, mitozun evreleri, mitozda kromozomların önemi, mitozun canlılar için önemi	F.7.2.2.1. Mitozun canlılar için önemini açıklar.	1, 5
				F.7.2.2.2. Mitozun birbirini takip eden farklı evrelerden oluştuğunu açıklar.	1
		Mayoz	üreme hücrelerinin mayozla oluşumu, mayozun canlılar için önemi, mayozu mitozdan ayıran özellikler	F.7.2.3.1. Mayozun canlılar için önemini açıklar.	6
				F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir.	
				F.7.2.3.3. Mayoz ve mitoz arasındaki farkları karşılaştırır.	1
Fiziksel Olaylar	Kuvvet ve Enerji	Kütle ve Ağırlık ilişkisi	Kütle, ağırlık, yer çekimi, kütle çekimi	F.7.3.1.1. Kütleye etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır.	1
				F.7.3.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	1
				F.7.3.1.3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar.	2
		Kuvvet, İş ve Enerji ilişkisi	Fiziksel iş, kinetik enerji, çekim potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi	F.7.3.2.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla ilişkili olduğunu açıklar.	3
				F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.	4, 5
		Enerji Dönüşümleri	Enerjinin korunumu, sürtünme ile kinetik enerji kaybı, hava ve su direnci	F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.	6
				F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.	6
				F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.	
Madde ve Doğası	Saf Madde ve Karışımlar	Maddenin tanecikli yapısı	Atom (çekirdek, katman, proton, nötron, elektron), bilimsel bilginin özelliği, molekül	F.7.4.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıklarını söyler.	3
				F.7.4.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular. a. Atom teorileri ile ilgili ayrıntıya girilmez. b. Bilimsel bilginin zamanla değişebileceğine vurgu yapılır. c. Bilimsel bilgi türlerinden teori hakkında genel bilgi verilir.	2
				F.7.4.1.3. Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder.	1
				F.7.4.1.4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.	
		Saf maddeler	Element, elementlerin sembolleri, bileşik, bileşik formülleri	F.7.4.2.1. Saf maddeleri, element ve bileşik olarak sınıflandırarak örnekler verir.	1, 4
				F.7.4.2.2. Periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin (altın, gümüş, bakır, çinko, kurşun, cıva, platin, demir ve iyot) isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını ifade eder.	
				F.7.4.2.3. Yaygın bileşiklerin formüllerini, isimlerini ve bazı kullanım alanlarını ifade eder.	
		Karışımlar	Homojen karışım, çözelti (çözünen, çözücü), heterojen karışım, çözünme,	F.7.4.3.1. Karışımları, homojen ve heterojen olarak sınıflandırarak örnekler verir. Homojen karışımların çözelti olarak da ifade edilebileceği vurgulanır.	5
				F.7.4.3.2. Günlük yaşamda karşılaştığı çözücü ve çözünenleri kullanarak çözelti hazırlar.	

		çözünme hızına etki eden faktörler	F.7.4.3.3. Çözünme hızına etki eden faktörleri deney yaparak belirler. a. Temas yüzeyi, karıştırma ve sıcaklık faktörlerine değinilir. b. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram gruplarına vurgu yapılır.	6
	Karışımların Ayrılması	Buharlaştırma, yoğunluk farkı, damıtma	F.7.4.4.1. Karışımların ayrılması için kullanılabilecek yöntemlerden uygun olanı seçerek uygular. Karışımların ayrılmasında kullanılabilecek yöntemlerden buharlaştırma, yoğunluk farkı ve damıtma üzerinde durulur.	7
	Eysel atıklar ve geri dönüşüm	Eysel katı atık maddeler, evsel sıvı atık maddeler, geri dönüşüm, yeniden kullanma	F.7.4.5.1. Eysel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder.	8
			F.7.4.5.2. Eysel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar.	
			F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye katkısı vurgulanır.	
			F.7.4.5.4. Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir. a. Atık kontrolü ile ilgili kamu ve sivil toplum kuruluşlarının çalışmalarına değinilir. b. Tıbbi atık ile temas etmemesi gerektiği hatırlatılır.	
			F.7.4.5.5. Yeniden kullanılabilecek eşyalarını, ihtiyacı olanlara iletmeye yönelik proje geliştirir.	

Ek 5. Kavramsal Anlama Testleri

Hücre ve Bölünmeler Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi

1. Ayşe teneffüste düşerek kolundan yaralanır. Ayşe'nin kolundaki yarayı gören Salih öğretmen, buradaki hücrelerin iyileşme sürecinde önemli rol oynadığını ve çeşitli evreler geçirdiğini söyler. Sınıftaki öğrencileri gruplara ayırır. Grup olarak bir karar vermelerini ve evreleri çizmelerini ister. Görevlerini tamamlayan gruplar çizimlerini tahtaya yapıştırırlar. Üçüncü grubunun bir üyesinin yanlışlık yaptığını fark eden Ayşe, çizimi düzeltmek ister. Sizce Ayşe hangi çizimi düzeltmiştir?



Bu cevabı seçmemin sebebi; _____

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

2. Hücre ve bölünmeler ünitesine çalışan İnci, Fen Bilimleri ders kitabında aşağıdaki soruyu görür. Soruda boş kalan kutulara uygun çizim yapmaları ve kutuları belirli bir düzene göre sıralamaları istenmektedir.

2				
				

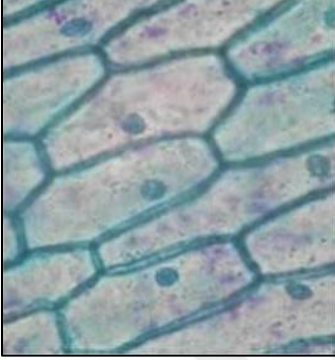
İki resmi çizme sebebim, _____

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

3. Ali öğretmen, öğrencilerinden sınıfa getirdiği resim parçalarının hangi yapılara ait olabileceğini tahmin etmelerini ister. Hangi öğrencinin tahmininin doğru olduğunu düşünüyorsunuz?

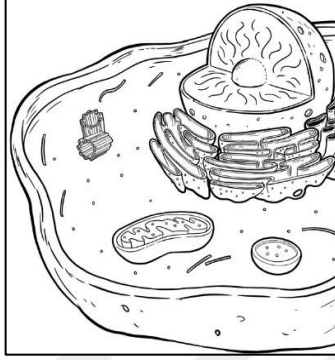
I. Resim



II. Resim



III. Resim



IV. Resim



	I. Resim	II. Resim	III. Resim	IV. Resim
Ayten	Soğan zarı hücresi	Elma hücresi	Yaprak hücresi	Çizgili kas hücresi
Burak	Soğan zarı hücresi	Çizgili kas hücresi	Kemik hücresi	Yaprak hücresi
Cemil	Soğan zarı hücresi	Yaprak hücresi	Kemik hücresi	Çizgili kas hücresi
Damla	Yaprak hücresi	Kemik hücresi	Elma hücresi	Yaprak hücresi

Cevabı verirken resimlerde size ipucu veren özellikler nelerdir?

1. resimde bana ipucu veren;	
2. resimde bana ipucu veren;	
3. resimde bana ipucu veren;	
4. resimde bana ipucu veren;	

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

4. Hücrenizin minyatür bir şehir olduğunu hayal edin ve siz de bu şehrin yöneticisisiniz. Şehrin sakinlerinin mutlu olması için organellerinize belirli görevler vereceksiniz.

Organellerinize şehrinizdeki bir şirketi, bir mekanı ya da bir bölgeyi temsil edecek şekilde görevler vermeniz gerekmektedir.

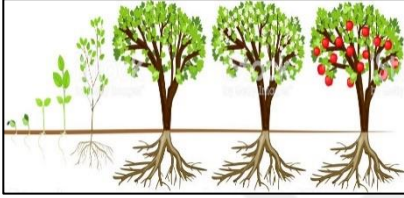
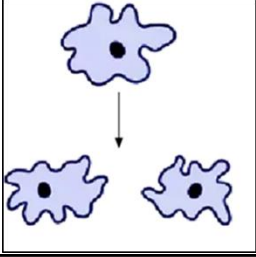
Şehrin Bölümleri	Görevi	Hücrenin Bölümleri
Şehrin sınırları		
Yol		
Valilik		
Üretim tesisi		
Arşiv		
Elektrik santrali		
Gıda işleme tesisi		
Depo		
Şehir ormanı		

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

5) Mitoz bölünme canlı yaşantısında önemli bir yere sahiptir. Aşağıdaki resimlerde canlılarda mitoz bölünmenin görevlerinin yer aldığı bazı görseller verilmiştir.

a) Resimlerin karşısına mitoz bölünmenin görevini yazınız.

Resimler	Mitoz bölünmenin Görevi
	
	
	
	

b) Mitoz bölünmenin olmadığını varsayın. Yukarıdaki görsellerden seçtiğiniz bir örnekle mitoz bölünmenin olmaması durumunda olası durumları açıklayın.

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

- 6) Fen Bilimleri dersinde öğretmeniniz sınıfta bir slogan yarışması düzenledi. Sınıfı dört gruba ayırdı ve her grubun mayoz bölünme ile ilgili bir slogan hazırlamasını istedi. Verilen sürenin sonunda sloganlarınızın yazılı olduğu pankartları tahtaya yapıştırdınız.

- a) Hangi slogan mayoz bölünme ile ilgili değildir?

A	Birken Dörde Çıkarım Dünyaya Çeşit Katarım
B	Mayoz Derler İsmime Hücreler Benzer Birbirine
C	Nesiller Gelip Geçse de Kromozom Sayısı Korunur Sayesinde
D	Mayoz Başlar Ergenlikte Gelir Sonu Yıllar Geçtikçe

Cevabım, çünkü; _____

- b) Yanlış olan sloganın düzeltilmesi için öneriniz nedir?

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi

1. Akçaabat ilçesinde sahilde yer alan okullardan birinde öğrencisiniz. Yaz tatilinizin bir kısmını babaanneniz ve dedenizle 2000 metre yüksekte yer alan yayla evinde geçireceksiniz. Yaylaya gideceğiniz sabah, babaanneniz basküle çıkarak tartıda yazan rakamı okumanızı istedi. Sizde ona “babaanne kütlen 75 kilogram, ağırlığın ise yaklaşık 750 Newton diyorsunuz.”

- a) Neden sadece kütleyi değil de ağırlığı da söylediniz. İkisi arasındaki farklılıklar nelerdir?

- b) Babaannenizi aynı gün yaylada tekrar tartıyorsunuz. Kütlesi ve ağırlığındaki değişim aşağıdakilerden hangisi gibidir?

Seçenekler	Kütle	Ağırlık
A	74	740
B	74	750
C	75	749
D	75	750
E	75	760
F	76	760
G	76	750

Bu cevabı verme sebebin; _____

Ek 5'in devamı

- c) Babaannenizi Türkiye'nin en güneyi olan Hatay'da tekrar tartıldığını varsayın. Kütlesi ve ağırlığındaki değişim ile ilgili tahmininiz nedir?

Kütle	Ağırlık

Bu cevabı verme sebebin; _____

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

2. Ay yüzeyine yapılan ilk insanlı uçuş Apollo 11 uzay aracı ile yapılmıştır. Bu araç içerisindeki üç astronottan biri olan Neil Armstrong ise Ay'a ayak basan ilk insandır. Armstrong'un Ay'daki görüntülerinde çekim kuvvetinden dolayı zıplayarak yürüdüğü görülmektedir.

a) Neil Armstrong neden zıplayarak yürümek zorunda kalmıştır?

- b) Aşağıdaki gezegenlerden hangisi ya da hangilerinde benzer bir sebeple zıplayarak yürümek zorunda kalır? (Çap ve kütle ifadeleri Dünya'nın kütlesi ve çapının katı olarak ifade edilmiştir.)

	Gezegen	Çap	Kütle
A	Merkür	0.4	0.1
B	Venüs	0.95	0.8
C	Dünya	1	1
D	Mars	0.5	0.1
E	Jüpiter	11.2	317.8
F	Satürn	9.4	95.1
G	Uranüs	4.1	14.5
H	Neptün	3.9	17.2

Bu cevabı verme sebebim; _____

Ek 5'in devamı

c) Yukarıdaki gezegenlerden hangisinde 1 kg'lık yükü taşımak daha zordur?

Cevabım; _____

Bu cevabı verme sebebim; _____

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

3. Öğretmeniniz, grubunuza aşağıdaki tablonun yer aldığı çalışma yaprakları vermiştir. Grup olarak ifadeleri inceleyip, ifadelerin fiziksel olarak bir iş ifade edip etmediğini ve gerekçesini açıklamanız istenmektedir.

+ -	İfadeler	Gerekçem
		Çünkü;
		Çünkü;
		Çünkü;
		Çünkü;
		Çünkü;

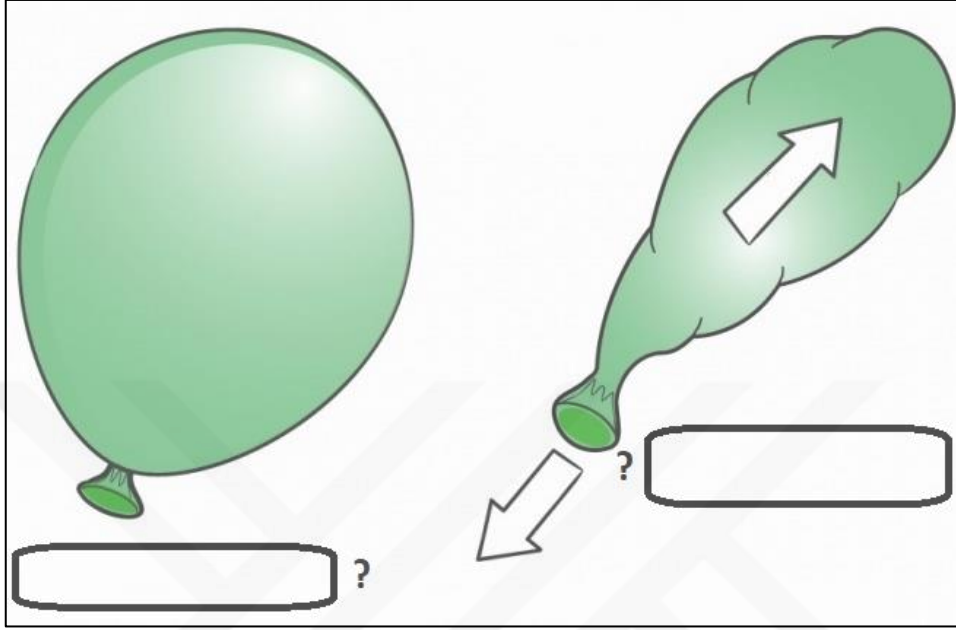
Ek 5'in devamı

		Çünkü;
		Çünkü;

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

4. Tülin doğum günü partisi için süsleme hazırlığı yapmaktadır. Renkli balonlar şişiren Tülin'in elinden bir balon kaçar ve içindeki hava boşalış. Tülin'in elinden kaçan balonun enerjisi hakkında ne söyleyebilirsiniz?

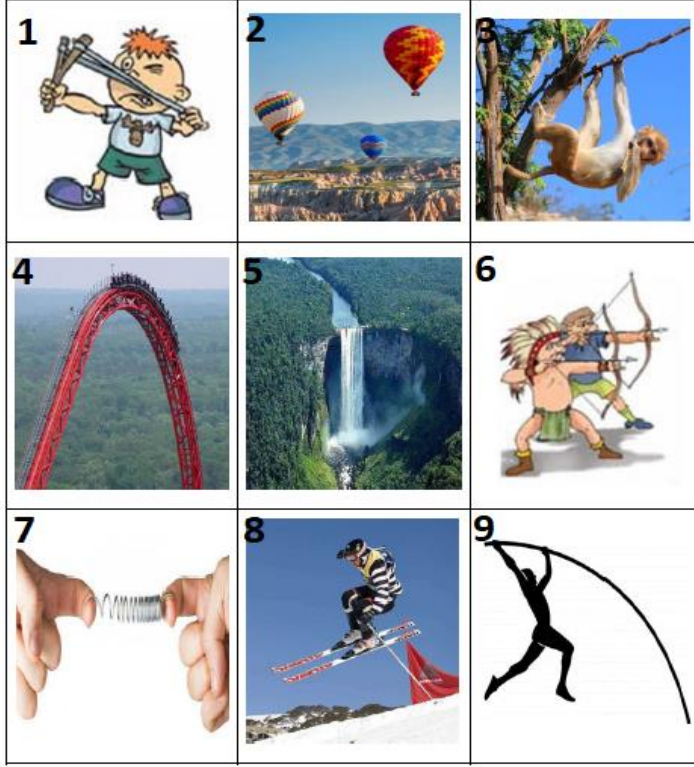


Bu cevabı verme sebebim; _____

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

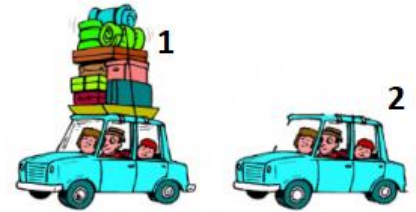
5. Öğretmeniniz size üzerinde çeşitli resimlerin olduğu bir çalışma kağıdı verdi. Numaralandırılmış resimlerde iki farklı potansiyel enerji türüne ait örnekler yer almaktadır.



- a) İki enerji türünü birbirinden nasıl ayırt ettiniz?

- b) Yandaki resimdeki araçlardan hangisinin kinetik enerjisi daha fazladır?

1 numaralı araç () 2 numaralı araç ()

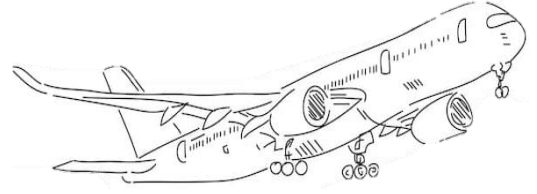


Bu cevabı verme sebebim; _____

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

- 6) Bir uçak yolculuğunda olduğunuz düşünün. Pilotunuz 10bin metre yükseklikte olduğunuzu ve türbülans ihtimaline karşı kemerinizi takmanızı istedi.



- a) 10bin metrede uçağa sürtünme kuvveti etki eder mi? Evet () Hayır ()

Bu cevabı verme sebebin; _____

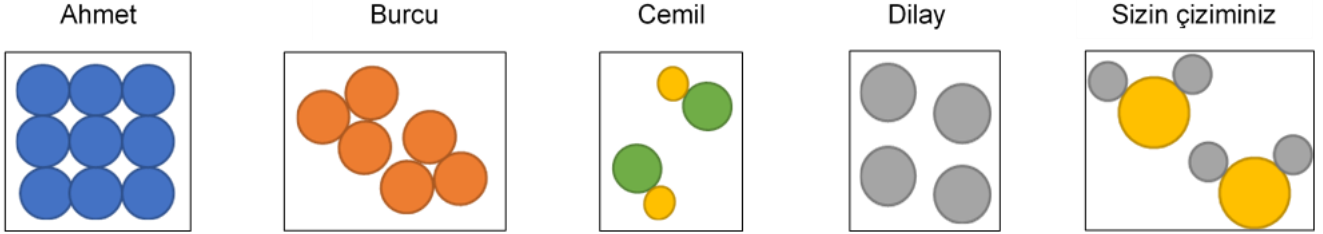
- b) İnişi sırasında yaklaşık 250 km hıza sahip olan bir uçak, çok kısa pistlerde bile güvenli bir şekilde durabilmektedir. Bunun bir nedeni yüksek sıcaklıklara dayanabilen çok güçlü fren sistemleri iken diğer nedeni uçağın kanatlarında açılıp-kapanabilen parçalardır. Bu bilgiyi nasıl yorumlarsınız?

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

Saf Madde ve Karışımlar Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi

1. Fen Bilimleri dersinde grup olarak maddenin tanecikli yapısına yönelik çizdiğiniz çizimler aşağıdadır.



- a) Çizimlerden hangisi ya da hangileri elemente aittir?

Cevabım _____

Bu cevabı vermemin sebebi; _____

- b) Çizimlerden hangisi ya da hangileri molekülü temsil etmektedir?

Cevabım _____

Bu cevabı vermemin sebebi; _____

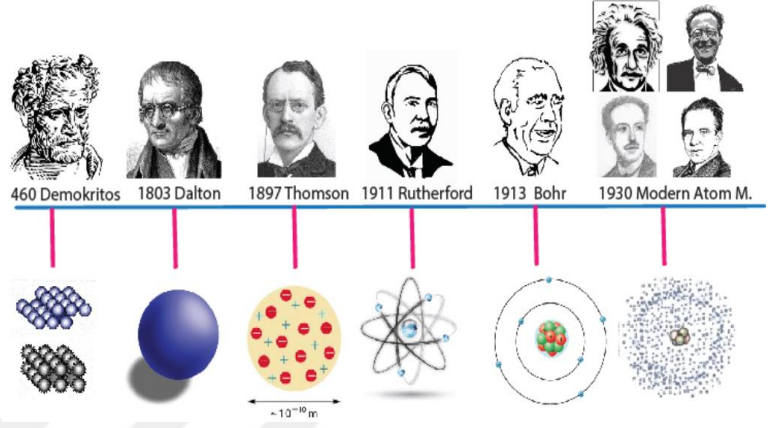
Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

2. Aşağıdaki resimde atom modellerinin zaman içindeki değişimi yer almaktadır.

Bu resim size anlatmaktadır? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.)

A	Atomun yapısı teknolojiyle birlikte gelişmektedir.
B	Zamanla daha çok bilim insanı atomla ilgili çalışmalar yapmıştır.
C	Atomun yapısı ile ilgili bilgiler zamanla değişmiştir.
D	Artık atomla ilgili çalışmalar yapılmamaktadır.
E	Diğer..... (açıklayınız)



Cevabınızın gerekçesi nedir?

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

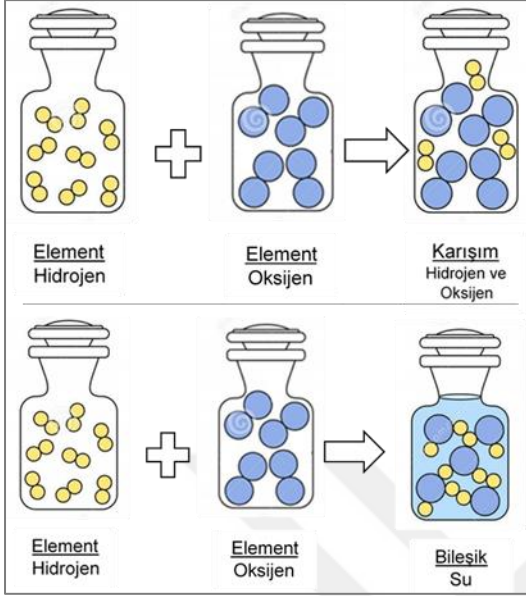
- 3) Aşağıdaki tabloda bir grubun atomun temel parçacıkları ile ilgili yazdıkları cümleler yer almaktadır. Yanlış olduğunu düşündüğünüz cümleleri yanındaki boşluğa doğru şekilde ifade ediniz. Cümlenin doğru olduğunu düşünüyorsanız + işareti koyabilirsiniz.

İfadeler	Doğru İfade
En süratli hareket eden parçacık elektrondur.	
Proton ve nötron çekirdekteki nötr taneciklerdir.	
Kütlesi en az olan parçacık nötrondur.	
Atom; çekirdek, yörünge ve katman olmak üzere üç bölümden oluşur.	
Atomun merkezinde proton, nötron ve elektron bulunur.	
Atomun hacmini elektronlar oluşturur.	
Atomun kimlik bilgilerini içeren parçacık proton ve nötrondur.	

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

4) Aşağıdaki şekli nasıl yorumlarsınız? Bu şeklin altında yatan bilimsel bilgi nedir?



Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

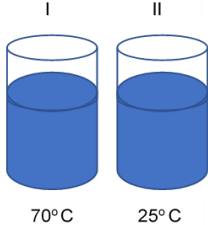
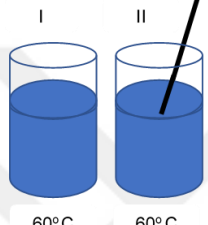
5) Öğretmeniniz, grubunuza üzerinde çeşitli karışım örnekleri bulunan çalışma yaprakları vermiştir. Grup olarak resimleri inceleyip, hangi karışım olduğunu sebebinizle beraber yazınız.

Resimler	Homojen X Heterojen	Bu cevabı verme sebebim
	Şekerli Çay	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	
	Ayran	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	
	Çelik Tencere	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	
	Karışık Kuruyemiş	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	
	Soda	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	
	Toprak	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	
	Hava	Çünkü;
	Homojen	
	Heterojen	

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

- 6) Arkadaşlarınızla 36g tuzu 100 gr su içinde hızlı ve kolay şekilde çözmek istiyorsunuz. Herkes farklı seçenekler sunuyor. Bu seçenekler arasından uygun olanları seçmeniz ve seçiminizin gerekçesini yazınız.

Seçenekler		Gerekçe
Zehra ☐ I ☐ II		
Tunç ☐ I ☐ II		
Yavuz ☐ I ☐ II		

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

- 7) Annesine tuz götürürken düşen Mehmet, yere dökülen tuzla beraber bir miktar yaprak, demir parçası ve kum toplamak zorunda kalarak karışımı bir poşete koymuştur. Mehmet'in tuzu diğer maddelerden ayırmak için izlediği adımları sıralayınız. Adımların gerekçesini açıklayınız.

Adımlar	İşlem	İşlemi Yapma Sebebi
1		
2		
3		
4		

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 5'in devamı

- 8) Fen Bilimleri öğretmeniniz bir hafta boyunca evinizdeki atıkları not etmenizi ve bir tablo hazırlayarak sınıfa getirmenizi istedi. Aşağıdaki tablo sizin sınıfa getirdiğiniz tablodur.

		
1	2	3
		
4	5	6
		
7	8	9

- a) Öğretmeniniz şimdi de sizden bu maddelerin hangilerinin geri dönüştürülebilir hangilerinin ise geri dönüştürülemez olduğunu düşünüyorsunuz. Numaralarını yazınız.

Geri dönüştürülebilenler: _____

Geri dönüştürülemeyenler: _____

- b) Yukarıdaki atıkları göz önünde bulundurarak verdiğiniz kararlarda maddelerin hangi özellikleri size o maddenin geri dönüştürülebilir ya da geri dönüştürülemez olduğunu düşündürdü?

Problemi çözmek için yeterli süreyi ayırdım.	1	2	3	4	5
Soruyu doğru cevapladığımdan eminim.	1	2	3	4	5

Ek 6. Otantik Problemler

Hücre ve Bölünmeler Ünitesi

1. Merve, önceki ders Fen Bilimleri dersine gelmeyen arkadaşı Zeynep'e kaçırdığı dersi anlatıyor.

Merve: Hücrenin içerisinde sitoplazma, çekirdek ve organeller bulunmaktadır. Bunlar hücreyi oluşturan yapılardır.

Zeynep: O zaman bu yapılar bir araya gelerek hücreyi oluşturur.

Merve: Doğru. Örneğin çekirdek okul müdürüne benzer, hücreyi yönetir. Okul duvarı hücre zarına benzer, okul giriş çıkışlarını kontrol eder ya da okulun kantinini kofula benzetebiliriz.

Zeynep: Okulun merdivenlerini de endoplazmik retikuluma benzetebilir miyiz?

Merve: Benzetebiliriz, okul içinde katlar arası ulaşımı sağlıyor. Hücrelerin çok küçük olduğunu biliyoruz. Küçük hücrelerden nasıl bir canlı oluşabiliyor?

Zeynep:

Yukarıdaki diyalogu Zeynep'e konuyu kavratacak şekilde nasıl devam ettirirsiniz?

2. Resim öğretmeniniz, Fen Bilimleri öğretmeniniz ile iş birliği yaparak resim dersinde bir fen kavramına yönelik resim yapmanızı ister. Derste mitoz ve mayoz bölünmeyi öğrendiğinizi ve bu iki bölünme çeşidi arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları çok iyi bildiğinizi hatırladınız. Bu bölünmelerin kendi yaşam sürecinize olan etkilerini gösteren bir resim çizmek istiyorsunuz.

Mayoz ve mitoz bölünmenin kendi yaşam döngünüze etkisini gösteren nasıl bir resim çizdiniz? *Lütfen çiziminizin üzerinde bölünmelerin isimlerini ekleyin.*

Ek 6'nın devamı

Kuvvet ve Enerji Ünitesi

1. Sabah kalktığınız andan gece uyumaya gittiğiniz ana kadar geçen süreyi düşünün. Bir gün içinde yaptığınız faaliyetleri sıralayın. Daha sonra bu faaliyetlerin hangilerinin fiziksel olarak iş ifade ettiğini, hangilerinin ise iş ifade etmediğini yanına belirtiniz.

2. Çocuklar için oyuncak üreten bir firmanın ürün geliştirme grubunda çalışmaktasınız. Grubunuzda kumanda ile kontrol edilebilen oyuncak bir gemi tasarlamanız istendi. Herkes kendi çizimini yapacak sonra en iyi tasarım seçilecektir.

a) Tasarımınızı aşağıya çiziniz. Geminiz hangi özelliklere sahiptir?

b) Sizin geminizin neden seçilmelidir? Diğer grup üyelerini nasıl ikna edersiniz?

3. Altını ticareti yapan bir tüccarsınız ve elinizdeki altını dinamometre ile tartıyorsunuz. Altını dünyanın neresinde alıp neresinde satarsanız daha fazla kar edersiniz? Neden?

Ek 6'nın devamı

Saf Madde ve Karışımlar Ünitesi

1. Bir şehrin yöneticisi olduğunuzu hayal edin. Şehrinizde çöp sorunu ortaya çıktı. İncelemeler yaptığınızda evsel atık sayısının hayli fazla olduğu ve bu atık türünün geri dönüşümüne yeterli önem verilmediği sonucuna vardınız.

Evsel atıkların geri dönüşümüne destek vermelerini sağlamak için halkınıza nasıl bir proje sunarsınız?

2. Belirlediğiniz dört maddeyi kullanarak en hızlı olacak şekilde homojen veya heterojen karışımlar hazırlıyorsunuz. Ancak bir yerde hata yaptığınızı fark ettiniz. Maddelerden birine tekrar ihtiyaç duydunuz.

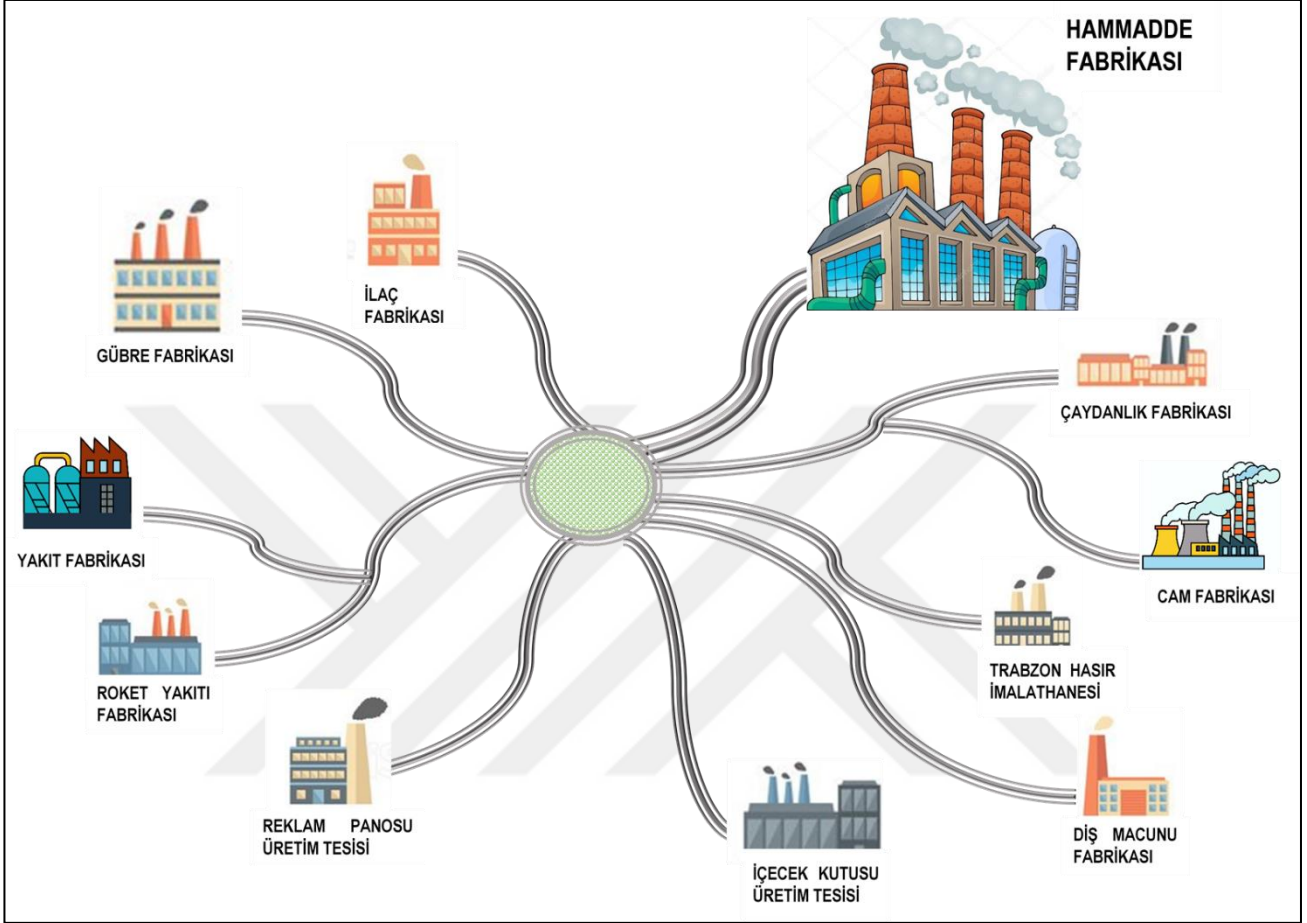
Önce karışımı oluşturma aşamalarını sonra da ihtiyaç duyulan maddeyi tekrar elde etmenizi sağlayan nasıl bir süreç tasarlıyorsunuz.

Karışım oluşturma süreci:

İhtiyaç duyulan maddeyi geri elde etme adımları:

Ek 6'nın devamı

3. Bir hammadde şirketinin patronusunuz. Aşağıdaki resimde hammaddelerinizi dağıttığınız fabrika ağı görünmektedir. Resimden yola çıkarak fabrikanızın hangi hammadde olarak hangi element ve bileşiklere sahip olduğunu belirtiniz.



Ek 7. Gözlem Formları

Gösterge Davranışlar-Duyuşsal Stratejiler	
S1. Arkadaşlarının fikirlerini sorgulama	
S1. Öğretmeninin fikirlerini sorgulama	
S1. Makul önerileri kabul etme	
S1. Kendi düşüncesini veriler ışığında değiştirme	
S1. Düşüncelerinin sorumluluğunu alma	
S6. Popüler görüşleri sorgulama	
S6. Bulunduğu sosyal grubun düşüncelerini sorgulama	
S6. Makul muhalif görüşleri ifade etme	
S8. Zorlu ve karmaşık durumlarda pes etmeme	
S8. Karmaşık problemi alt problemlere ayırma	
S8. Karmaşık bir durumu çözmek için yeterli süre ayırma	
S8. Karmaşık bir problemi çözmede sabır gösterme	
S9. Bir konuda ileri sürülen düşüncüyü kabul ederken sorgulama	
S9. Bir konuda ileri sürülen düşüncüyü reddederken sorgulama	
S9. Bir konuya yönelik duygulardan bağımsız akıl yürütme	
S9. İyi ve güçlü gerekçeyi zayıf ve güçsüz gerekçeden ayırma	
S9. Okulda dışı problemlere çözüm bulma	

Ek 7'nin devamı

Gösterge Davranışlar-Bilişsel Stratejiler	
S11. Konuda edindiği bilgileri uygun yeni durumlara transfer etme	
S11. Konuya yönelik farklı görüşleri değerlendirerek alternatif yollar bulma	
S11. Kendi yaşamındaki deneyimleri konuyla ilişkilendirme	
S12. Bir problem için öne sürülen çözümden başka yolları öne sürme	
S12. Konuyla ilgili kendi yaşamından örnekler verme	
S12. Bir duruma yönelik ileri sürülen görüşlere tarafsız olma	
S12. Bir durumla ilgili kendi görüşünü analiz edebilme	
S12. Bir duruma yönelik ileri sürülen görüşlerin güçlü ve zayıf yönlerini belirleme	
S14. Konudaki kavramları doğru tanımlama	
S14. Konudaki kavramlarla ilgili doğru örnekler verme	
S15. Konuyla ilgili değerlendirilecek durumu tanımlama	
S15. Konuyla ilgili değerlendirme ölçütlerini belirleme	
S15. Ölçütlerin gerekçelerini ifade etme	
S15. Farklı düşünceleri değerlendirirken ölçütleri kullanma	
S16. Güvenilir bilgi kaynaklarını kullanma	
S16. Kaynaklardaki görüşlerin doğruluğunu araştırma	
S16. Başkalarının öne sürdüğü görüşleri analiz etme	
S24. Kavramı/konuyu/problemi anlamak için doğru sorular sorma	
S24. Yeni kavramın/konunun önceki deneyimlerine ne kadar benzediğini belirleme	
S29. Verilen durumdaki önemli benzerlikleri belirleme	
S29. Verilen durumdaki önemli farklılıkları belirleme	
S31. Konuyla ilgili olguları/örnekleri belirleme	
S31. Konuyla ilgili olmayan olguları/örnekleri belirleme	
S32. Gözlem ile çıkardığı sonucu birbirinden ayırma	
S32. Gözlemlerine dayalı sonuçları kestirme	
S32. Gözlemlerine dayalı sonuçları yorumlama	
S32. Olguların altında hangi gözlem ve bilginin yattığını sorgulama	
S35. Verilen durumdaki sonuçların altındaki nedenleri belirleme	
S35. Karşılaşılan duruma yol açan nedenleri belirleme	
S35. Verilen durumdaki nedenlerin bir araya gelişiyle nelerin ortaya çıkabileceğini tahmin etme	

Ek 8. Düşünce Günlükleri

GÜNLÜK					
_____ konusu boyunca aşağıdaki maddeleri yapma durumuna 1'den 5'e kadar puan vermelisin (1 en az; 5 en çok).					
Günlük Maddeleri	1	2	3	4	5
Bu konu boyunca sıra arkadaşımın düşüncelerini sorguladım.					
Konu ile ilgili yanlış düşüncelerimi değiştirdim.					
Grup çalışmasında kendi düşüncelerimi ifade ettim.					
Grup çalışması sırasında arkadaşlarımdan düşüncelerini değerlendirdim.					
Karmaşık bir problemi/sorunu çözerken gereken çabayı gösterdim.					
Karmaşık bir problemi/sorunu daha küçük problemlere ayırarak çözdüm.					
Bir soruna çözüm üretirken duygularımdan kararlarımı etkilemesine izin vermedim.					
Arkadaşlarımdan sorulara verdikleri cevapların güçlü veya zayıf yönlerini ayırt ettim.					

Ek 9. Görüşme Soruları- Öğrenci

Ön-Görüşme Soruları

1. Fen bilgisi dersini genellikle nasıl işliyorsunuz? Öğretmenin sorduğu sorular ya da derste yaptığınız etkinlikler seni düşünmek zorunda bırakıyor mu? Bu derste konuya yönelik tahminlerde bulunuyor musun?
2. Fen dersine katılmaktan hoşlanıyor musun? Derse daha çok kendi isteğinle mi ya da öğretmenin isteğiyle mi derse katılıyorsun?
3. Öğretmenin söylediği her şey doğru mudur? Öğretmenin hatalı ya da eksik bir şey söylediğinde nasıl davranırsın? Ona söyler misin ya da söylemez misin? Ders kitaplarında yazan her şeyin doğru mudur? Kitaplarda hatalı ya da eskimiş bilgiler yer alabilir mi?
4. Ders esnasında arkadaşlarında yaptığın grup çalışmalarında arkadaşlarının her verdiği cevabı ya da öne sürdüğü her fikri kabul eder misin? Onlarla aynı düşünceyi paylaşmadığında ne yaparsın?
5. Sınıf içinde senin düşüncenle ilgili arkadaşlarının yaptıkları yorumları dikkate alır mısın? Kendi düşüncenin zaten çok iyi olduğunu mu düşünürsün? Özellikle senin düşüncenin aksini söyleyen arkadaşlarına tepkin nasıl olur?
6. Dersle ilgili bir konu üzerine grup arkadaşlarınla çalışırken kendi düşüncenin yanlış olduğunu fark ettin. Arkadaşlarına söylediğin şeyin yanlış olduğunu söyler misin ve düşünceni değiştirir misin? Bu durumu saklayıp kendi fikrinde ısrar mı edersin?
7. Fen dersinde yeni bir konu öğrenirken, daha iyi anlamak için yeni bilgileri daha önceki bilgilerle ya da okul dışındaki yaşantıdaki bir olayla ilişkilendirir misin? Bunu bir örnekle açıklar mısın?
8. Sınıf içinde öğretmenin sorduğu soruya yönelik arkadaşlarının düşüncelerinin birbirleriyle çeliştiği ya da senin düşüncenle çeliştiği noktaları fark eder misin / tespit edebilir misin? Bu durumu söz alıp ifade eder misin? Bir örnek verebilir misin?

Ek 9'un devamı

Son-Görüşme Soruları

1. Beraber işlediğimiz fen derslerini düşündüğünde bu dersler seni düşünmek zorunda bırakıyor muydu? Dersler de zorlandığın kısımlar nelerdi?
2. Fen derslerine katılmaktan keyif aldın mı? Derslere kendi isteğinle mi ya da öğretmenin isteğiyle mi katıldın? Hangi etkinliklerde / durumlarda daha çok kendi isteğinle katıldın?
3. Öğretmenin söylediği ya da ders kitaplarında yazan her şey doğru mudur? Yanlışlık ya da eksiklik olma ihtimali var mıdır? Öğrendiğimiz konularla bu durumu nasıl ilişkilendirirsin?
4. Arkadaşlarınla beraber yaptığımız deneyler ve soru-cevaplarda onların fikirlerinde yanlış ya da eksik yerler var mıydı? Aynı düşünceyi paylaşmadığında ne yaptın?
5. Arkadaşın, öğretmenin sorduğu soruya senin verdiği cevabın yanlış olduğunu söyleyerek doğrusunu ifade etti. Bu duruma nasıl tepki verirsin? Böyle bir olay yaşadın mı?
6. Grup çalışmaları sırasında öne sürdüğün fikrin yanlış olduğu bir durum oldu mu? Olduysa fikrinin yanlış olduğu arkadaşlarına söyledin mi? Olmadıysa, eğer olsaydı söyler miydin? Neden?
7. Fen dersinde öğrendiğimiz bir konuyla ilgili okul dışındaki hayatından örnek verebilir misin?
8. Sınıf içinde öğretmenin sorduğu soruya iki arkadaşının verdiği cevapların birbiriyle çeliştiğini fark ettin mi? Böyle bir durumda ne yaptın?
9. Ders sürecinde hangi etkinlikler daha kolay öğrenmene yardımcı oldu?
10. Ders sürecinde en eğlendiğin etkinlikler hangileriydi?
11. Öğretmenin hangi etkinlikleri derste devam ettirmesini isterdin?
12. Hangi etkinliklerde zorlanıyordun? Seni zorlayan durumlar nelerdi?

Ek 10. Görüşme Soruları- Uygulama Öğretmeni

Ön-Görüşme Soruları

1. Bir fen bilimleri öğretmeni olarak, öğrencinizin içerik bilgisini öğrenmesini arttırmak için etkili bulduğunuz öğretim stratejileri nelerdir?
2. Kullandığınız stratejilerin, yedinci sınıf öğrencilerinin, fen bilimleri içerik bilgisi edinmesine yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer öyleyse, öğrencilerin fen bilimleri içerik bilgisi edinme konusundaki ilerlemelerini gösteren kanıtlarınız nelerdir?
3. Eleştirel düşünmeyi nasıl tanımlarsınız? Sizin eleştirel düşünme becerileri tanımınız nedir?
4. Yedinci sınıf öğrencilerinin öğrenmeleri gerektiğine veya öğrenebileceklerine inandığınız eleştirel düşünme becerileri nelerdir?
5. Fen bilimleri dersinde öğrencilerinizde belirlediğiniz eleştirel düşünme becerileri nelerdir?
6. Fen bilimleri öğretim programında tespit ettiğiniz eleştirel düşünme becerileri nelerdir?
7. Öğrencilerin, sınıf içerisindeki davranışlarında, okul çalışmasıyla ilgili etkinliklerinde veya akademik performanslarında eleştirel düşünme becerilerini kullandıklarını tespit ettiğiniz durumlar nelerdir? Birkaç örnekle ifade edebilir misiniz?
8. Fen bilimleri dersinde eleştirel düşünmeyi teşvik edici stratejilerin kullanılıp kullanmama kararı vermenizi etkileyen faktörler nelerdir?
9. Fen bilimleri dersinde eleştirel düşünme becerilerini öğretirken karşılaştığınız engeller / zorluklar nelerdir?

Son-Görüşme Soruları

1. Yürütülen uygulamalardan sonra sizin eleştirel düşünme tanımınız nedir? Yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel seviyelerine uygun eleştirel düşünme becerileri nelerdir?
2. Öğretim süreci boyunca kullanılan hangi eleştirel düşünme tekniklerini kullanmaya devam edersiniz, neden? Diğerlerini kullanmama ya da tercih etmeme sebebiniz nedir?
3. Fen konuları ile eleştirel düşünme becerilerinin beraber öğretilmesi hakkında görüşleriniz nelerdir?
4. Yürütülen uygulamaların öğrencilerin eleştirel düşünmelerine katkıları hakkında neler düşünüyorsunuz?
5. Yürütülen uygulamaların öğrencilerin, sınıf içerisindeki davranışlarında, okul çalışmasıyla ilgili etkinliklerinde veya akademik performanslarında eleştirel düşünme becerilerini kullanma durumlarını ile ilgili gözlemleriniz nelerdir? Birkaç örnekle ifade edebilir misiniz?
6. Uygulama sürecinin beğendiğiniz kısımları (planlar, materyaller, araştırmacı vs.) nelerdir?
7. Uygulamanın geliştirilmesi gereken yönleri nelerdir?
8. Uygulamanın aksayan yönlerinin neler olduğunu düşünüyorsunuz? Bunların giderilmesine yönelik önerileriniz nelerdir?

Ek 11. Düşünmeye Dayalı Öğrenme Yaklaşımına Göre Hazırlanan Ders Planları

BİTKİ ve HAYVAN HÜCRESİ, TEMEL KISIMLAR ve GÖREVLERİ

F.7.2.1.1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.

- Hücrenin temel kısımları için sadece hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek verilir.
- Hücre organellerinin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilir.
- DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Konuya girmeden önce öğrencilerin bir kavramı anlamasını kolaylaştırmak için bir tanımın nasıl akılda kalıcı hale getirileceğine yönelik çalışma yapılır. Örnek olarak altıncı sınıfta işlenen gezegen kavramı üzerinde durulur. **Güneş sistemindeki gezegenleri hatırlıyor musunuz? Gezegeni nasıl tanımlarsınız?** Öğrencilerin tek cümle şeklinde tanım yapmaları zordur, bu sebeple genellikle gezegenlerin özelliklerini söyleyeceklerdir. **Gezegenlerin özellikleri nelerdir?** Öğrenci cevaplarının gezegenlerin dolanım yerleri, güneş ışığını yansıtma gibi özelliklere yönelik olmasıdır. Eğer istenen cevaplar gelmezse Dünya üzerinden sorular derinleştirilir. **Kendi gezenimizi düşünelim. Dünya'nın özellikleri nelerdir?** Öğrencilerden cevap istenir. Öğrencilerin cevapları pek çok şeyi içerebilir.
- Bir kavramı tanımlarken genellikle o kavramın en temel özelliklerinden başlanır. Az önce konuştuğumuz gezegen kavramını ele alalım.** Önce bu kavramın tanımı söylenir ve öğrencilerden tanıma bakarak gezegenin hangi özelliklere sahip olduğunu söylemeleri istenir. Öğrencilerden cevap alındıktan sonra hep beraber özellikler belirlenir.

Gezegen: Güneş'i etrafında dolanan ve ondan aldığı ışığı yansıtan gök cisimidir.

- Güneş'in etrafında dolanır.
- Güneş'ten aldığı ışığı yansıtır.
- Gök cisimidir.

- Bu tür temel özellikler kavramı anlamamız için yardımcı olan ve genellikle ilk aklımıza gelen ifadelerdir. Bir kavramın ne olduğunu öğrenmemiz için özelliklerini bu şekilde parçalara ayırmamız işimizi kolaylaştırır. Bunu hatırlayalım, bundan sonra yeni bir kavram öğrenirken bunu kullanacağız.**

AKTİF DÜŞÜNME

- Vücudumuzu sürekli çalışan bir fabrika olarak düşünebiliriz. Nasıl fabrikalar küçük birimlerden oluşuyorsa vücudumuzda küçük yapı birimlerinden oluşur. Biz bu yapı birimlerine hücre diyoruz. En basit canlıdan en gelişmişine kadar tüm canlılar hücrelerden oluşmaktadır. Şimdi hücre neymiş, özellikleri nelermiş belirlemeye çalışalım. Hücre tanım kâğıdı öğrencilere dağıtılır. Cevaplamaları için 4-5 dakika zaman verilir. Yeterli süre geçtikten sonra öğrencilerden cevapları istenir (öğrencilerin ilk uygulaması olacağı için hata yapmaları olası). Öğrencilerle beraber özellikler üzerine konuşulur. **Canlıların en küçük yapı ve****

Hücre: Var olan tüm canlıların, canlılık özelliği gösteren gözle görülemeyen en küçük yapı ve görev birimidir.

Yukarıdaki hücre tanımından yola çıkarak hücrenin özellikleri nelerdir?

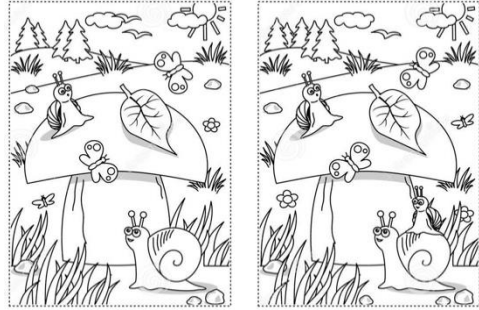
-
-
-
-

görev birimi hücredir. Bir hücre, kendisi için enerji üretir. Kendisi için gerekli yapısal malzemeleri üretir. Bulunduğu ortamla madde alışverişi yapar. Tüm canlılar gibi büyür, çoğalır ve ölür. Ancak hücrelerde bu kadar faaliyet yürütülmesine rağmen gözle görülemeyecek kadar küçüktürler. O halde biz hücreyi neyle görebiliriz? Öğrenciler rahatlıkla mikroskop diyeceklerdir. Hücre, gözle görülemeyecek kadar küçük olduğu için mikroskopla incelendiğinde görülebilir. Hücre, 3 temel kısımdan oluşmaktadır; hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek. Size dağıtılan tanım kağıtlarında bu kavramların özelliklerini belirleyelim. Daha sonra da basit hücre şeklinde bunları gösterelim. Öğrencilere bu işleri yapmaları için 6-7 dakika verilir. Önce tek tek tanımlar üzerinde konuşulur. Tahtaya basit bir hücre modeli çizilerek, tanımlanan kavramlar öğrencilerle beraber çizim üzerinde gösterilir.

- Çekirdek için kalıtım malzemesinin yer aldığını söylemiştik. Çevrenize baktığınızda canlıların birbirlerinden ve diğer canlı türlerinden farklı olduğunu görürsünüz. Canlıların genetik özellikleri hücre çekirdeğinin içerisinde bulunan kromozmlarda taşınır. Ancak bazı gelişmemiş canlıların çekirdeği yoktur. Bu tür canlıların kalıtsal materyalinin nerde olduğunu düşünüyorsunuz? Öğrencilere düşünmeleri için 10 saniye verilir. Çekirdeği olmayan canlıların DNA'sı sitoplazma içinde bulunmaktadır.
- Her canlının kendi türüne özgü kromozom sayısı vardır. Örneğin insanlarda 46, eğrelti otlarında 500 tane kromozom bulunmaktadır. Peki canlının gelişmişlik düzeyiyle kromozom sayısı arasında bir ilişki var mıdır? Öğrencilerin düşünceleri alınır. Kromozomların yapısında DNA adı verilen yönetici molekül bulunur. Hücredeki tüm canlılık faaliyetleri DNA tarafından yönetilir. DNA'nın yapısında kalıtsal özelliklere etki eden yapılar bulunur. Bu yapılara gen adı verilir. Kalıtsal özellikler genlerle nesilden nesile aktarılır. Burada aşamda bu üç yapı arasındaki ilişkiyi bir öğrencinin tahtaya çizmesi istenebilir ya da öğretmen tarafından çizilebilir.

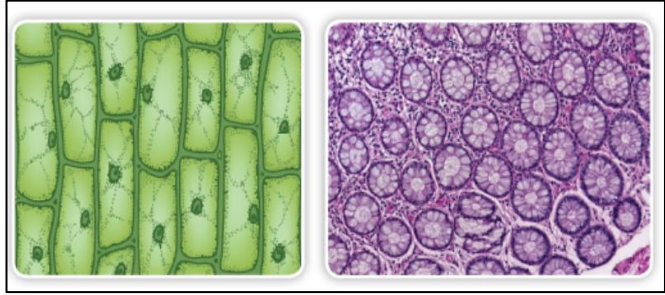
İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Bitki ve hayvan hücrelerini karşılaştırma sürecinde öğrenciler benzerlikleri ve farklılıkları belirleme becerisini öğrenecekleri için bu becerinin tanıtımı gerekiyor. Bu sebeple onlara bir resim gösterilerek önce farklılıkları bulmaları istenir. **Hep karşımıza çıkan ve aşına olduğumuz bir bulmaca vardır. İki resim arasındaki “7 farkı bul” isimli. Şimdi resme bakmanızı ve aradaki farkları söylemenizi istiyorum.** Öğrencilerin cevaplarını aldıktan sonra bu sefer benzer noktaları da sorulur. **Sizden resimlerin benzeyen noktalarını da söylemenizi istiyorum.** Öğrenciler bu tür etkinliklerde farklılıklar üzerine odaklanıp benzer noktaları göz ardı etmektedirler. Bu etkinlik, sonra yapılacak etkinlikler için onlara hazırlık olacaktır. **Bu tür karşılaştırmalı durumlarda genellikle farklılıklara odaklanırsınız. Halbuki, farklılıkları tespit etmek için zihniniz önce benzerleri fark ederek onları devre dışı bırakır. Ancak farklılıkları olduğu kadar benzer noktaları da ifade etmek olayı zihnimize yerleştirmemizi kolaylaştırır.**



AKTİF DÜŞÜNME

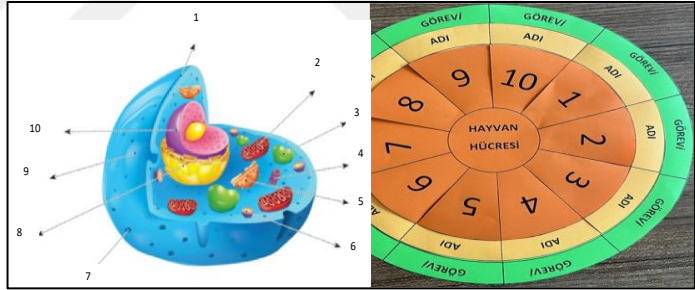
- Öğrencilerin bitki ve hayvan hücrelerinin benzerlik ve farklılıkları belirleme sürecinde onlara mikroskop altındaki iki hücrenin görüntüleri gösterilir. **Bu iki görselden biri hayvan hücresi, diğeri ise bitki hücresidir. Görsellere bakarak önce bu iki hücrenin farklı olduğu noktalar hakkında neler söyleyebiliriz?**



Öğrencilerden cevap gelmezse yardımcı olunabilir (şekil, hücre zarı kalınlığı vb.). Büyük ihtimalle renklerinin de farklı olduğu söylenecektir ancak bunun görüntüleme sebebiyle olduğu açıklanmalıdır. **Peki, bu iki hücrenin birbirine benzer olduğu noktalar var mıdır?** Benzer noktaları söylemekte zorlanabilirler. Hücrelerin ortasındaki yapıların ne olduğu sorularak çıkarımda bulunmaları sağlanabilir. **Bu hücrelerden hangisinin bitki hangisinin hayvan hücresi olduğunu söylemeyeceğim. Dersin sonunda siz hangisi olduğuna karar vereceksiniz.**

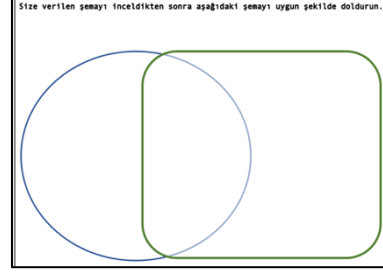
- **Daha önce sitoplazmanın tanımını yaparken hücre zarı ile çekirdek arasını dolduran ve üzerinde organellerin bulunduğu sıvı olduğunu söylemiştik. Peki organel nedir, hücre bunlara neden ihtiyaç duyuyor?** Öğrencilerin fikirleri alınabilir. Biliyorlarsa sadece isimlerini söyleyeceklerdir. **Hücrenin canlı bir yapı olduğunu ve kendi enerjisini ürettiğini, ortamla madde alışverişi yaptığını söylemiştik. Hücre içinde gerçekleşen her bir faaliyetten sorumlu organeller vardır. Organeller, hücrenin yaşamsal faaliyetini sürdürmesini sağlayan yapılardır.**

- Öğrenciler, bu etkinlikte ikili gruplar halinde çalışacaklardır. Önce bitki sonra da hayvan hücrelerinin özelliklerini içeren çarklar verilerek ilgili organelin görevini öğrenecek ve bunu resimde işaretleyeceklerdir. Kısaca çarkın sistemi şu şekildedir; örneğin 3 numaralı yaprağın altında endoplazmik retikulum



bulunmaktadır. Hemen altındaki kâğıtta ise E.R.'nin görevi yer almaktadır. Öğrenci, bitki hücresi modelinde 3 numaranın gösterdiği şeklin yanına E.R. yazarak şekli hakkında bir fikri olur. Öğrencilere incelemeleri için 8-10 dakika süre verilir.

- Daha sonra öğrencilere bitki ve hayvan hücrelerini karşılaştırmaları için içi boş iki kesişim kümesi verilerek ortak ve farklı olan organelleri yazmaları istenir. **Şimdi bitki ve hayvan hücrelerinde bulunan organelleri öğrendiğimize göre bu organellerin ortak olanları kesişim kümesinin içine farklı olanları kesişmeyen bölgelere yazınız. Öncelikle öğrendiklerimizden yola çıkarak bu şekillerden hangisi bitki hücresini hangisi hayvan hücresini temsil etmektedir? Daha önce incelediğimiz mikroskop görüntülerini düşünelim. Hangisi bitki hangisi hayvan hücresidir?** Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra kümeleri doldurmaları için 5-6 dakika süre verilir. Büyük sınıf tartışmasıyla öğrencilerin cevapları değerlendirilir.



- Daha detaylı karşılaştırma yapmaları için öğrencilere bilgi kartları ve karşılaştırma tablosu dağıtılır. **Bilgi kartlarında sadece organelin görevi ve resmi yer almaktadır. Bir önceki etkinliği düşünerek önce bu organellerin isimlerini yazınız. Sonra tüm kartları tekrar inceleyerek tabloyu doldurun.** Öğrencilerin organellerin büyüklüğü, var olup olmaması, büyüklüğü gibi özellikleri bakımından karşılaştırma yapmaları istenir. Burada öğrenciler temel özellikler karşılaştırılacaktır. Öğrencilere cevaplamaları için yeterli süre verildikten sonra büyük sınıf tartışmasıyla yanıtlar üzerine konuşulur.

ÖZELLİK	Bitki Hücresi	Hayvan Hücresi
Şekil		
Hücre duvarı		
Kloroplast		
Sentrozom		

- Organellerin görevlerini öğrencilerin zihninde yapılandırmak için organelleri yaşıttımızdaki çeşitli maddelere benzetmeleri istenir (mitokondriyi enerji santrallerine benzetmek gibi). Bu etkinlik için süre kalmazsa ödev olarak da verilebilir. Ancak burada önemli olan nokta öğrencilerin benzetirken hangi özelliğinden dolayı benzettığını (mitokondri, enerji santraline görev bakımından benzer) ve hangi özelliğinden dolayı farklılaştığını (mitokondrinin ürettiği enerji sadece hücre için kullanılırken, enerji santrallerinin enerjisi bir şehre yetebilir) ifade etmesidir.

ORGANEL	BENZER	Nez BENZER?	Nez FARKLI?
Hücre zarı			
Hücre duvarı			
Çekirdek			
Endoplazmik retikulum			
Mitokondri			
Sentrozom			
Ribozom			
Lizozom			
Golgi cisimciği			
Kalifi			
Endoplazmik retikulum			
Kloroplast			

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Bu aşamada öğrencilerin gerçek canlılar üzerinden karşılaştırmaları yanıtlamaları istenmektedir. Öğrencilerin dağıtılan 3 soruyu yanıtlamaları beklenir. **Peki, bütün öğrendiklerimizi düşünerek soruları cevaplayalım.** 4-5 dakika süre verildikten sonra her bir soru için öğrencilerin cevapları alınır. İlk 2 soru için bitki ve hayvan hücrelerini düşünerek farklı olduğunu rahatlıkla söyleyeceklerdir. Ancak 3. sorudaki bebekle yetişkin birey karşılaştırmasında bebeğin hücresinin daha küçük olduğu ve bebek büyüdükçe hücrenin büyüdüğüyle ilgili yorumlar gelebilir. Bu şekilde yanıt gelirse sadece şekilleri düşünmemiz gerektiği, hayvan hücresinin şeklinin büyüklükle ilişkisine yönelik düşünmeleri sağlanabilir.

Bütün canlıları ve onların hücrelerini düşünelim.

Bütün hücrelerin;	Aynıdır	Farklıdır	Çünkü
Şekilleri			
Görevleri			



Bir köpek bir papatyanın hücreleri midir?

☐ Evet ☐ Hayır

Bu şekilde düşünmenin sebebi nedir?

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HÜCRE HÜCRE-DOKU-ORGAN-SİSTEM-ORGANİZMA İLİŞKİSİ

F.7.2.1.2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır.

Bilimsel bilgilerin kesin olmayıp değişebileceği ve gelişebileceği vurgulanır.

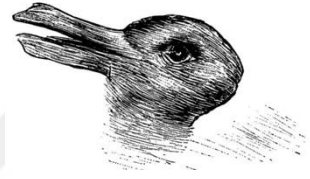
F.7.2.1.3. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar.

Hücre-doku-organ-sistem-organizma kavramlarının tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere değinilir.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Görüş geliştirmeye yönelik olarak öğrencilerin farklı fikirler olabileceğini kavramaları, bir konunun farklı yönlerinin olabileceğini ve bu yönlerinde de doğruluk payı olabileceğini anlamları için kısa bir etkinlik yaptırılır.

- Ördek-tavşan resmi gösterilerek öğrencilere resme baktıklarında hangi hayvanı gördüklerini söylemeleri istenir. Sınıfın bir kısmı ördek bir kısmı tavşan gördüğünü söyleyecek ve birbirlerine nasıl gördüklerini anlatacaklardır. Öğrencilere 30 saniye kadar izin verdikten sonra **“Bu resim de ördek gören de doğru, tavşan gören de. İlk önce ördeği fark eden, tavşan gören arkadaşına ördeği göstererek onu ikna etmeye çalıştı. Aslında bu durum, günlük hayatımızda sıklıkla yaptığımız bir olay. Kendi düşüncelerimizi anlatarak arkadaşımızı ikna etmeye çalışıyoruz. Çeşitli gerekçelerle düşüncemizi savunuyoruz. Benzer şekilde bize anlatılan bir konuya ikna olmadığımızda çeşitli sorularla durumu anlamaya çalışıyoruz. Yaşantımızda fark etmeden sıklıkla yaptığımız bu olayı konuya yönelik arkadaşımızın düşüncesini anlamak için derslerimiz de kullanacağız.”**



AKTİF DÜŞÜNME

- Hücre modellerine geçmeden önce öğrencilerin teknolojik gelişmelerin nasıl gerçekleştiğine yönelik görüşleri açığa çıkarılmaya çalışılır. **“Hücrenin gözle görülemeyen bir yapı olduğunu söylemiştik. Hücreyi hangi araçla görebiliyorduk?”** Öğrencilere daha önce hücrenin mikroskopla görüntülendiğini söylenmişti. Bu yüzden rahatlıkla cevaplayacaklardır.

- Öğrencilerin bilimsel bilginin gelişme sürecine yönelik görüşleri alınır. Öğrencilere dağıtılan 2 soruya cevap vermeleri için 5 dakika verilir. Öğrenciler kendileri cevapladıktan sonra sıra arkadaşlarıyla cevapları hakkında konuşmaları için 2-3 dakika verilir. Daha sonra sınıftan birkaç öğrenciden düşüncelerini ifade etmesi istenir. İfade eden öğrencilerin sıra arkadaşlarına da cevap hakkındaki fikirleri sorulur.

→ Bilim insanları bir canlıya en küçük yapı biriminin hücre ve içinde organeller olduğunu ayırtmaya çalışmışlardır. Hücreyi hangi araçla görebiliyorduk?
→ Bilim insanları tarafından çizilen ilk hücre modeli (in kâğıtlarda) yer alan ya da en bilindik hücre modeli hakkında sorular sorulur?
→ Aynı öğrenciye düşünürken hücrenin içi boş olduğunu düşünme sebebi sorulur?
→ Farklı öğrenciye düşünürken hücrenin içi boş olduğunu düşünme sebebi sorulur?

- Öğrencilere hücreyle ilgili yapılmış çalışmaların tarihsel sıralamayla yer aldığı kağıt dağıtılır. Öğrencilerin hücreyle ilgili yapılan çalışmaları okumaları için 4-5 dakika süre verilir. Dağıtılan kağıtlarla ilgili öğrencilerle konuşulur. Üzerinde durulması gereken nokta hücreyle ilgili yapılan keşiflerin sırasının bir mantığı olduğu, önce hücrenin kendisinin daha sonra içindeki organellerin ve DNA yapısının keşfedildiğine yönelik olduğudur (dıştan içe). Örnek sorular aşağıdaki gibi olabilir.

“Hücrenin yapısını açıklamaya yönelik çalışmalar neyle başlıyor?”

“Sizce neden önce organeller değil de hücrenin kendisi gözlemlenmiştir?”

“Hücrenin yapısıyla ilgili keşfedilen durumların sırasının bir düzeni olduğunu mu ya da rastgele mi olduğunu düşünüyorsunuz? Neden?”

Büyük sınıf tartışması yürütülür. “İlk modern mikroskobun yapılmasına kadar hücre ile yapılan çalışmaların genellikle hücrenin dış yüzeyiyle ilgili olduğunu görüyorsunuz. Modern mikroskopla beraber daha detaylı incelemeler yapılabilmış, böylece hücrenin içindeki organeller, DNA gibi yapılar keşfedilmiş. Elektron mikroskobuyla da daha küçük bir yapı olan gen haritası bile çıkarılabilmektedir. Şimdi bu konuştuklarımızı düşünerek tablodaki çalışmalarını sıralayın.” Dağıtılan kağıtları kaldırmaları sağlanır. Çünkü burada doğru sıralamadan ziyade modern mikroskobun keşfinin öncesi ve sonrasındaki gelişmeleri ayırt edebilmeleri önemlidir.

- Öğrencilerin hatırlamalarını kolaylaştırmak için sıralama etkinliği yaptırılır. Öğrencilere 2-3 dakika süre verilir. Daha sonra sıra arkadaşlarının birbirlerinin cevaplarını incelemesi istenir. Sonrasında büyük sınıf tartışmasıyla çalışmalar zaman sıralamasına konulur.

ETKİNLİK ZAMANI		
Hücrenin yapısına yönelik yapılan çalışmaları kronolojik olarak sıralayınız.		
Hücrenin keşfi		Organellerin bulunması
İnsanın gen haritasının çıkarılması	1	İlk basit mikroskopun yapılması
DNA'nın yapısının modellenmesi		Koyun Dolly'nin kopyalanması
İlk modern mikroskobun yapılması		Hücre bölünmelerinin gözlenmesi
Çekirdeğin keşfi		

- Bu konunun son etkinliği olarak çalışma kağıdındaki son soru cevaplanır. “**Hücrenin yapısına yönelik yapılan açıklamaların zaman içerisindeki değişimi neyle ilişkili olabilir?**” Öğrencilere 3-4 dakika cevaplama süresi verildikten sonra büyük sınıf tartışmasıyla öğrencilerin görüşlerini sunmaları istenir. Farklı düşünen öğrenciler olursa bu görüşler üzerine sınıf arkadaşlarının tartışmaları istenir.

- Konuya öğrencilerin hücreyle ilgili hızlı düşünmelerini sağlayacak sorularla başlanır. “**Canlı vücudunda kaç tane hücre vardır? Bir canlının vücudundaki bütün hücrelerin görevleri aynı mıdır? Farklı ise görevleri neler olabilir?**” Bu soruların cevapları sınıftan alındıktan sonra konuya giriş yapılır. “**Daha önce hücrenin gözle görülemeyecek kadar küçük olduğu söylemiştik. Hepimiz hücrelerden oluşuyorsak ve hücreler gözle görülemiyorsa bizim gördüğümüz canlı yapılarının ismi nedir?**” Öğrencilerin cevapları alınır. Eğer cevap gelmiyorsa vücudumuzda çeşitli organlar göstererek yardımcı olunur. “**Canlı vücudunda gözle göremediğimiz yapılar gibi görülebilen yapılar da bulunmaktadır. Size dağıtılan tanım kartlarını inceleyerek bu yapıların nasıl oluştuğunu ve aralarındaki ilişkiyi belirlemeye çalışalım.**” Öğrencilere hücre-doku-organ-sistem-organizma kavramlarının tanımlarına ait özellikleri belirlemeleri için 5 dakika süre verilir. Daha sonra bütün kavramlar üzerine bütün sınıfla beraber konuşulur.

Doku: Benzer yapıya sahip aynı işi yapan hücreler topluluğudur.

Yukarıdaki doku tanımından yola çıkarak dokunun özellikleri nelerdir?

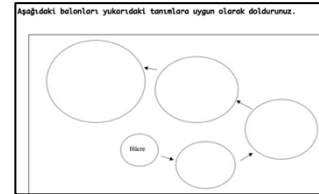
•

•

•

Organ: İki ya da daha fazla dokunun bir araya gelerek oluşturduğu yapıdır.

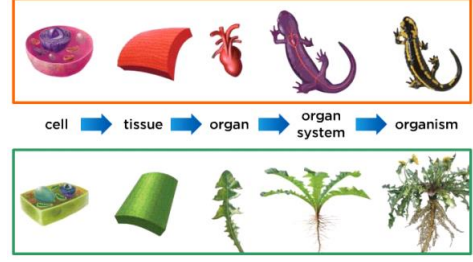
- Kavramlar üzerine konuşulduktan sonra öğrencilerden, bu kavramlar arasındaki sıralı ilişkiyi balonlar üzerinde göstermeleri istenir. Bu etkinlik için yeterli süre verildikten sonra öğrencilerin cevapları üzerine konuşulur. Gerekirse sıralama tahtaya yazılır.



- Bu sıralamayla ilgili öğretmen bir örnek verir (kan hücresi, kan dokusu, kan, dolaşım sistemi, insan organizması). Öğrencilerden de benzer bir örneği çalışma yapraklarına yazmaları istenir. Bunun için 4-5 dakika verilir. Sıra arkadaşlarının birbirlerinin cevaplarını incelemeleri istenerek çalışma yapraklarındaki ilgili yeri doldurmaları istenir. Büyük sınıf tartışmasıyla öğrencilerin örnekleri değerlendirilir.

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin bir önceki etkinlikte verecekleri cevapların genelde hayvan hücreleri örneği olacağını düşünüyorum. Bu sebeple bitkilerle ilgili de bir örnek vermeleri farklı açılardan bakmalarını sağlayacaktır. **“Bir tane de bitkilerle ilgili bu sıralamaya örnek verebilir misiniz?”** Öğrencilerin cevabı beklenir, doğru cevap gelmezse sınıfla beraber bir örnek oluşturulmaya çalışır. Örneğin yaprak hücresi, yaprak dokusu, yaprak, dal, bitki organizması (Yandaki şekil incelemeleri için daha sonra öğrencilere dağıtılır).



MİTOZ BÖLÜNME

F.7.2.2.1. Mitozun canlılar için önemini açıklar.

F.7.2.2.2. Mitozun birbirini takip eden farklı evrelerden oluştuğunu açıklar.

Mitoz evrelerinin adları verilmez.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler bu konuda yeni bir beceri kullanmayacaklardır. Önceki konularda öğrenilen beceriler kullanılacağı için beceri tanıtımı planlanmadı.

AKTİF DÜŞÜNME

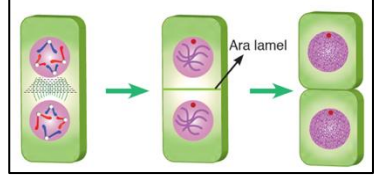
- Derse hücre bölünmesi kavramıyla başlanır. **“Hücrenin tarihsel gelişimini incelerken bilim insanlarının hücre bölünmesini gözlemlediklerini söylemiştik. Hücre bölünmesi ne olabilir? Hücre neden bölünmek istiyor olabilir? Hücre hangi amaçlarla bölünür?”** Beyin fırtınasıyla cevaplar alınır. **“Hücreler de canlıdır ve tüm canlılar gibi hücreler de büyür. Hücre büyüdükçe daha fazla maddeye ihtiyaç duyar ve hücrede gerçekleşen canlılık olaylarının kontrol edilmesi zorlaşır. Şöyle düşünebiliriz, ne kadar büyük araziniz olursa, arazinin her yerini kontrol etmek o kadar zorlaşır. Ebatları büyüyen hücre için en uygun çözüm yolu hücrenin daha küçük iki hücreye bölünmesidir. Bölünen hücre iki ya da daha fazla sayıda hücre oluşturur.”**
- “Peki hücre hangi amaçla bölünüyor? Hücrenin bölünmesi ne işe yarıyor olabilir?”** 10-15 saniye düşünme süresi verilir. **“Hücre sadece kendini küçültmek için bölünmez. Yeni hücreler meydana getirmek, yenilenme ve büyümeyi sağlamak, yumurta ve sperm gibi eşey hücrelerini oluşturmak amacıyla bölünür. Saydığımız faaliyetleri gerçekleştirmek için hücrelerde farklı bölünmeler olmaktadır. Hücrelerde genel olarak mitoz ve mayoz olmak üzere iki çeşit hücre bölünmesi gerçekleşir. Önce mitoz bölünmeyi sonra da mayoz bölünmeyi öğreneceğiz.”**
- Öğrencilere mitoz bölünme tanımının yer aldığı özellik belirleme kağıdı dağıtılarak gerekli özellikleri belirlemeleri istenir. Öğrencilere yeterli süre verildikten sonra büyük sınıf tartışmasıyla özellikler üzerine konuşulur.

Mitoz Bölünme: Tek hücreli canlılardan çok hücreli canlılara kadar bütün canlılarda görülen, ana hücrenin bölünerek kendisine kalıtsal olarak ıptatıp benzeyen iki yavru hücre oluşturduğu bir hücre bölünmesi çeşididir.

Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak mitoz bölünmenin özellikleri nelerdir?

- .
- .

- Öğrencilerin mitoz bölünmenin bitkilerde daha farklı gerçekleştiğini fark etmeleri için önce “**Saç ve soğan aynı yapıda mıdır? Sizce benzer şekilde mi mitoz bölünme geçirirler?**” sorusuna cevap vermeleri sağlanır. Öğrencilere cevaplarını yazmaları için 1-2 dakika süre verilir. Birkaç öğrenciden cevapları alınır. “**Bitki hücresinde, hücre zarından sonra sert yapılı bir hücre duvarı vardır. Hücre duvarı nedeniyle bitki hücresinde boğumlanma gerçekleşmez. Bitki hücresinde sitoplazma, ortada oluşan sert ve cansız bir yapı yardımıyla birbirinden ayrılır. Bu yapıya ara lamel denir. Ara lamel genişleyerek hücre zarına ulaştığında hücreler birbirinden ayrılır.**” Yandaki görsel dağıtılabilir, daha detaylı anlatmak gerekirse tahtada gösterilebilir.



- Mitoz bölünme konusunu özetlemek amacıyla hızlı soru turu şeklinde aşağıdaki sorular sorulabilir.

Hücre, mitoz bölünme öncesi hazırlık aşaması geçirir mi?

Mitoz bölünme hangi hücrelerinde görülür?

Sinir hücreleri, çizgili kas hücreleri, olgunlaşmış alyuvar hücreleri, eşey hücreleri ve gözdeki retina hücrelerinde mitoz bölünme görülür mü?

Hücre hangi amaçla mitoz bölünme geçirir?

Bir ana hücreden kaç tane yavru hücre oluşur?

Oluşan yavru hücrelerin kalıtsal özellikleri birbirleriyle ve ana hücreyle aynı mıdır farklı mıdır?

Oluşan yavru hücrelerin kromozom sayısı değişir mi?

Mitoz bölünme yaşam boyu devam eder mi?

Mitoz bölünmeyle tür içinde çeşitlilik olur mu?

Mitoz bölünmede çekirdek ve sitoplazma kaç kez bölünür?

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerden kendi hayatlarından mitoz bölünmeye örnek vermeleri istenir (birçok farklı örnek olabilir ister kendileriyle ilgili, ister evdeki bir çiçeğin büyümesi vb.). “**Şimdi sizden kendi yaşantınızda olan mitoz bölünme örneklerini düşünmenizi ve bunlardan 4 tanesini yazmanızı istiyorum. Bu örnekler sizle ya da ailenizle ilgili olabileceği gibi evinizdeki bir bitki ya da hayvanla da ilgili olabilir. Düşünüp 4 tane örneği yazınız.**” 3-4 dakika süre verildikten sonra sınıftan birkaç öğrenciden örnek cevaplar alınır. Olabildiğince farklı örneklerin ifade edilmesi diğer öğrenciler için de faydalı olacaktır.
- Öğrencilerin farklı örnekleri de görmelerini sağlamak için karaciğer kendini tamamlamasıyla “**Organ nakline ihtiyacı olan bir hastaya, karaciğerin bir kısmı nakledildiğinde karaciğer bir süre sonra kendini yenileyerek tamamlar. Karaciğerin kendini yenilemesinde mitoz bölünmenin rolü ne olabilir?**” Öğrencilerle karşılıklı sohbet şeklinde görüşleri alınır.
- “**Peki, mitoz bölünmenin faydalarından bahsettik. Büyümeye, çoğalmaya ve onarıma yarıyor. Peki mitoz bölünme kontrolsüz bir şekilde olursa nasıl bir sonuç ortaya çıkabilir?**”

Kendi hayatınızdan 4 farklı mitoz bölünme örneği yazınız.

-
-
-
-

Öğrencilerin fikirleri alınır. Kanser demelerini beklemiyorum ancak sağlıklı bir durumun olacağına yönelik fikirlerin açığa çıkabilir. **“Bazı hücreler, mitoz bölünme ile kontrolsüz bir şekilde çoğalır ve bu durum hücrelerin DNA’larda hasara neden olur. Böylece kanser hastalığı meydana gelir.”**

MAYOZ BÖLÜNME

F.7.2.3.1. Mayozun canlılar için önemini açıklar.

F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir.

F.7.2.3.3. Mayoz ve mitoz arasındaki farkları karşılaştırır.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler bu konuda yeni bir beceri kullanmayacaklardır. Önceki konularda öğrenilen beceriler kullanılacağı için beceri tanıtımı planlanmadı.

AKTİF DÜŞÜNME

- Derse tüm canlıların mitoz bölünmeyle çoğalması durumunda hangi sonuçların açığa çıkacağına yönelik öğrencilerin düşüncelerini sağlamakla başlanır. Ana hücreye benzer canlıların oluşmasının bütün canlıların birbirinin aynı ve tür içi çeşitliliğin olmaması durumlarını ifade etmeleri beklenmektedir. Bu sayede öğrencilerin mitoz bölünmeyi ve benzer hücrelerin oluştuğunu hatırlamasını beklerken farklı canlı bireylerin oluşumunda farklı bir bölünme çeşidinin olabileceğine yönelik kestirme yapmalarını bekliyoruz.
- Derse canlıların birbirlerine benzememesi durumunun sebebiyle ilgili öğrencilerin görüşleri alınarak devam edilir. **“Neden anne, baba ve kardeşlerimize benzediğimiz halde görüntümüz onların aynısı değildir, ikizleri dahi birbirinden ayıran farklılar nasıl sağlanıyor olabilir?”** gibi sorular sorularak öğrencilerin düşünceleri alınır.
- “İnsan, köpek, papatya, fare, kuş gibi çok hücreli ve gelişmiş canlıların vücut hücreleri bölünerek yeni bir canlı oluşturmaz. Çok hücreli canlıların bazıları yeni canlılar oluştururken bunların eşey (üreme) hücrelerinin birleşmesi gerekir. Eşey hücrelerinin birleşmesiyle gerçekleşen üreme şekline eşeyli üreme denir.”**

Yeryüzündeki tüm canlıların mitoz bölünmeyle çoğaldığını düşünün. Canlılar sadece bu bölünme çeşidiyle çoğalsaydı hangi sonuçlar açığa çıkardı?

- Öğrencilere 4-5 dakika süre verildikten sonra tanım üzerine konuşulur.

Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak mayoz bölünmenin özellikleri nelerdir?

- :

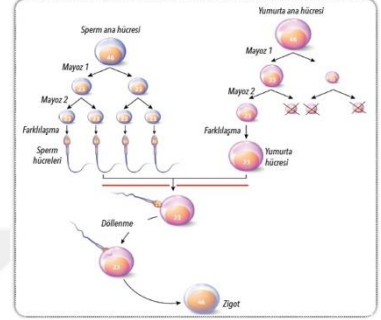
-

- [illegible]

- Üreme ana hücreleri ve üreme hücreleriyle ilgili kavramların tanıtımı yapılır. Bu kısımda öğrencilerin verilen tanımları anlamaları ve verilen tanımları kullanarak şematize etmeleri beklenmektedir. Öncesinde tanımlar üzerinde konuşulur. **“Dersin başında eşeyli üremeden bahsetmiştik. Eşey (üreme) hücrelerinin birleşmesiyle gerçekleşen üreme şekliydi. Yeni bir canlının oluşması için dişi ve erkekten gelen üreme hücrelerinin birleşmesi gerekmektedir. Dişi üreme hücresine yumurta, erkek üreme hücresine sperm denilir.”** Yumurta ve sperm hücrelerinin resimleri tahtaya çizilebilir. **“Yumurta, yumurta ana hücresinden oluşurken; sperm ise sperm ana hücresinden oluşur. Demek ki üreme hücreleri, dişi ve erkekte farklı yerlerde oluşup farklı isimlerle adlandırılır.”**

- “Üreme ana hücresinin kromozom sayısı kaçtır?” öğrencilerden 3-5 saniye içinde cevap alındıktan sonra “hem yumurta ana hücresi hem de sperm ana hücresi 46 kromozomdur. Bu ana hücreler mayoz geçirir. Peki mayoz geçiren hücrenin kromozom sayısı kaç düşer?” Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra “46 kromozomlu hücreler mayoz bölünme geçirdiğinde hücre sayısı yarıya iner yani 23 olur. Hem yumurta hem de sperm hücresi 23 kromozomludur. Artık bu hücrelere ana hücre demiyoruz. Peki, 23 kromozomlu bir insan olamayacağı için tekrar nasıl 46 kromozom haline gelebilir?” öğrencilerin fikir üretmelere fırsat verilir. “Yumurta ve sperm hücreleri birleşirler. Bu olaya döllenme diyoruz. Döllenme sonucunda ise yeni bir hücre oluşur. İşte bu hücre hem dişiden hem de erkekten gelen 23er kromozomla beraber 46 kromozom haline gelir. Biz bu hücreye zigot diyoruz. Zigot, mitoz bölünmeler geçirerek büyür ve böylece yeni bir canlı oluşur.”

- “Şimdi sizden bu öğrendiğimiz kavramları kullanarak bu süreci kağıtlarınıza çizmenizi istiyorum. Sonrasında beraber tahtada da çezeceğiz.” Burada amaç öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkiyi doğru kurup bunu bir ağ şeklinde yansıtip yansıtmadıklarını belirleyebilmektir. Öğrencilerin çizimleri incelendikten sonra tahtaya çizilebilir ya da yandaki resim öğrencilere dağıtılabilir.



- Mayoz bölünme konusunu özetlemek amacıyla hızlı soru turu yapılır.

Hücre, mayoz bölünme öncesi hazırlık aşaması geçirir mi?

Mayoz bölünme hangi hücrelerinde görülür?

Hücre hangi amaçla mayoz bölünme geçirir?

Bir ana hücreden kaç tane yavru hücre oluşur?

Oluşan yavru hücrelerin kalıtsal özellikleri birbirleriyle ve ana hücreyle aynı mıdır farklı mıdır?

Oluşan yavru hücrelerin kromozom sayısı değişir mi?

Mayoz bölünme yaşam boyu devam eder mi?

Mayoz bölünmeyle tür içinde çeşitlilik olur mu?

Mayoz bölünmede çekirdek ve sitoplazma kaç kez bölünür?

Yumurta hücresi nerede üretilir?

Sperm hücresi nerede üretilir?

Döllenme sonucunda oluşan hücrenin adı nedir?

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin kağıtlarındaki son soruya cevap vermeleri istenir. “Soru kağıdınızdaki son iki soruyu cevaplandırın sonra beraber üstüne konuşalım. Mayoz bölünmede gerçekleşen parça değişimi olayı canlılar açısından neden önemlidir? Parça değişimi olmasaydı hangi sonuçlar ortaya çıkardı?” Öğrencilere 4-5 dakika verildikten sonra büyük sınıf tartışmasıyla ortak nokta bulunur.

- Mitoz ve mayoz karşılaştırması için öğrencilere karşılaştırma tablosu dağıtılır. Tabloda karşılaştırma kriterleri yer almaktadır. Bu arada “kriter” kavramından söz etmek gerekebilir. “**Hatırlarsanız daha önce bitki ve hayvan hücrelerini karşılaştırmıştık. Şimdi de mitoz ve mayoz bölünmeyi çeşitli kriterler açısından karşılaştıracğız. Kriter nedir peki?**” Öğrencilerin düşünceleri alınır. “**Kriter, iki şeyi karşılaştırırken hangi özellik açısından değerlendirdiğimizi gösteren ölçütümüzdür. Örneğin, iki kişinin hangisinin boyunun daha uzun ya da kısa olduğunu karşılaştırırken burada kriterimiz uzunluk olur. Ya da marketten bisküvi alacağız. Reyonda bisküvilerin birinin daha pahalı diğerinin daha ucuz olduğunu gördünüz. Buradaki kriterimiz ne olur?**” Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra “**buradaki kriterimiz ise fiyat olur. Şimdi size dağıtılan tablodaki kriterleri dikkate alarak mitoz ve mayoz bölünmedeki karşılığını yazalım.**” Karşılaştırma tablosu önce bireysel sonra da büyük sınıf tartışmasıyla cevaplandırılır.

Kriterler	Mitoz Bölünme	Mayoz Bölünme
Görüşlğü yer		
Bölünme sonucu oluşan hücre sayısı		
Yavru hücrelerin genetik yapısı		
Kromozom sayısı		
Aşama sayısı	1	
Parça değişimi		

KÜTLE VE AĞIRLIK, KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ

F.7.3.1.1. Kütleye etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır.

- Ağırlığın bir kuvvet olduğu vurgulanır.
- Dinamometre kullanılarak ağırlık ölçümü yaptırılır.

F.7.3.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.

F.7.3.1.3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar. Matematiksel bağıntılara girilmez.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler bir önceki ünite de öğrendikleri becerileri bu konuda da kullanacaklardır. Bu sebeple yeni bir beceri tanıtımı olmayacaktır.

AKTİF DÜŞÜNME

- Çeşitli sorularla konuya giriş yapılır. “**Cisimler yere doğru hareket etme eğilimindedir. Ağaçtan bir meyvenin yere düşmesi, şeleden suyun aşağıya doğru akması ya da elimizden bir maddeyi bıraktığımızda yere doğru hareket eder. Cisimler neden yere doğru hareket eder?**” Öğrenciler yer çekimini rahatlıkla söyleyeceklerdir. “**Evrendeki tüm varlıklar birbirlerine çekim kuvveti uygular. Bütün gök cisimleri hem birbirlerine hem de üzerindeki cisimlere çekim kuvveti uygular. Buradan iki farklı çekim kuvveti olduğunu söyleyebiliriz. Biri kütle çekim kuvveti, diğeri ise yer çekimi kuvvetidir. Şimdi size dağıtılan kağıtlardaki tanımları inceleyerek özellikleri belirlemenizi ve tanımdan yola çıkarak bu kuvvetleri çizmenizi istiyorum.**” Öğrenciler özellikleri rahatlıkla belirleyeceklerdir. Burada önemli olan tanımları kullanarak öğrencilerin kuvvetlerin yönünü çizibilmeleridir. Kütle çekim kuvvetini daha kolay çizeceklerdir. Ancak yer çekimi kuvvetini birçok yönden çizerken zorlanabilirler. Öğrencilerin cevapları ve çizimleri üzerine tartışılır. “**Gök cisimlerinin birbirlerine uyguladıkları çekim kuvvetine kütle çekim kuvveti denirken, Dünya’mızın üstündeki cisimlere uyguladığı çekim kuvvetine yer çekimi kuvveti denir. Dünya’mızı düşünelim. Dünya diğ gök cisimlerine örneğin Mars’a bir çekim kuvveti uygular. Benzer şekilde Mars da Dünya’ya bir çekim kuvveti uygular.**”



Karşılıklı olarak uygulanan bu kuvvete kütle çekim kuvveti denir. Yer küreyi düşünelim şimdi. Dünya'mız üzerindeki cisimleri kendi merkezine çekmek için uyguladığı kuvvete yer çekimi kuvveti diyoruz. Peki, Dünya üzerindeki cisimler Dünya'ya bir kuvvet uygularlar mı? Bu kuvvetin yönü nasıldır?" Öğrencilerin düşünceleri için 3-5 saniye süre verilir ve cevapları alınır. "Dünya üzerindeki cisimlere çekim kuvveti uyguladığı gibi cisimler de Dünya'ya bir çekim kuvveti uygular ve bu kuvvetler birbirleriyle zıt yönlüdür." Gerekirse tahtaya çizilebilir.

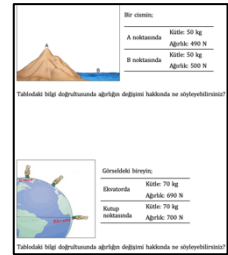
- "Herkesin evinde bir baskül vardır. Baskülde neyi ölçeriz? Baskülün üstündeki rakamı nasıl söylüyoruz?" Öğrencilerin cevapları büyük ihtimalle ağırlık ve kilogram kelimelerini içerecektir. Eski bilgilerini hatırlatmak amacıyla kütle kavramı üzerinde durulur. "**Kütle kavramını hatırlıyor musunuz? Kütleliyi nasıl tanımlıyorduk, birimi neydi?**" Öğrencilere kısa bir hatırlatma yapılır. "**Kütle değişmeyen madde miktarıdır, eşit kollu teraziyle ölçeriz. Birimi de gram ya da kilogramdır. Bu durumda, kütle eşit kollu terazide ölçülüyorsa ve birimi kilogram ise bizim baskülde ölçtüğümüz şey nedir? Tekrar düşünelim.**" Öğrencilere 3-5 saniye süre tekrar verilir. "**Bizim baskülde ölçtüğümüz ağırlıktır. Birimi Newton'dur. Demek ki biz basküldeki rakamı söylerken yanlış söylüyoruz, kilogram yerine Newton demeliyiz.**"

- Öğrencilere kütle ve ağırlıkla ilgili karşılaştırma kartları dağıtılır. Öğrenciler iki kavramı karşılaştırırken karşılaştırma kriterlerini de belirleyecektir. "**Şimdi size kütle ve ağırlık kavramlarının özelliklerinin yer aldığı bir tablo dağıtacağım. Kütlenin ve ağırlığın özellikleri nelermiş inceleyin. Sonra, daha önce hangi özelliklerine göre karşılaştırıldığını belirlemeye çalışalım. Kriter belirlemeyle ilgili daha önce bir etkinlik yapmıştık. Belirlediğiniz kriterleri diğer kağıdınızdaki tabloya not edin.**" Öğrencilerin kriterleri (tanım, ölçü aleti, gösterim şekli, değişim gösterme, ölçü birimi) rahatlıkla belirleyeceğini düşünüyorum. Her biri üzerine tek tek konuşulur. Öğrencilere çeşitli maddelerin ölçümleri yapıldıktan sonra 4. madde üzerine farklı bir çalışma yapılır.

Kütle	Ağırlık
1. Değişmeyen madde miktarıdır.	1. Maddeye etki eden yer çekimi kuvvetidir.
2. Eşit kollu terazi ile ölçülür.	2. Dinamometre ile ölçülür.
3. "m" harfi ile gösterilir.	3. "G" harfi ile gösterilir.
4. Her yerde aynıdır.	4. Cismin bulunduğu yere göre değişir.
5. Birimi "gram" ya da "kilogram"dır.	5. Birimi "Newton"dur.

- Sınıfa eşit kollu terazi ve dinamometre getirilerek öğrencilerle beraber çeşitli maddelerin kütleleri ve ağırlıkları ölçülür. Ölçüm yapan öğrencilerin özellikle birimleri doğru ifade edip etmediklerine sınıftaki diğer öğrencilerin dikkat etmeleri sağlanır.

- "Karşılaştırma kağıtlarındaki 4. maddeye tekrar geri dönelim. Ağırlığın, kütleye etki eden yer çekimi kuvveti olduğunu söyledik. Dünya üzerindeki 1 kg'lık kütleye yaklaşık 10 N'luk çekim kuvveti uygulanır. Yani, Dünya'daki 1 kg'lık kütleli cismin ağırlığı yaklaşık 10 N'dur. Dünya'nın her yerinde cisme aynı büyüklükte yer çekimi kuvveti uygulanmaz. Ekvatordan kutuplara gidildikçe değiştiği gibi deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça da yer çekiminin büyüklüğü değişir. Bu da Dünya'nın farklı noktalarında ağırlığımızın farklı olmasına sebep olur. Şimdi, çalışma yapraklarındaki resimleri incelemenizi ve ağırlığın nasıl değiştiğini bulmanızı istiyorum." Öğrencilere 4-5 dakika incelemeleri için süre verilir ve sonra her bir görsel üzerine tek tek konuşulur. Öğrencilerin ekvatordan kutuplara gidildikçe ağırlık artar ve deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça ağırlık azalması gibi genellemelere ulaşmaları hedeflenir. Bu durumun Dünya'nın merkezine olan uzaklıkla ilgili olduğu ifade edilir. "**Şimdi kendi örneklerinizi söyleyin. Sizin şu an bulunduğunuz konumdaki ağırlığınız, nerede nasıl değişir? Bir yer hayal edin ve orada ağırlığınızı ölçtüğünüzü düşünün.**" Öğrenciler cevaplarını yazdıktan sonra 4-5 öğrenciden cevapları alınır, diğer öğrencilere bu ifadelerin doğru olup olmadığı sorulur.



- "Dersin başında, gök cisimlerinin birbirlerine uyguladığı kütle çekim kuvvetinden bahsetmiştik. Her gezegenin birbirine uyguladığı çekim kuvveti farklı olduğu gibi, üzerlerinde bulunan cisimlere farklı çekim kuvveti uygular. Bu kuvvetin büyüklüğü ise gezegenin kütlesiyle ilişkilidir. Yani, bir gezegenin kütlesi ne kadar büyükse üzerindeki cisme o kadar fazla kütle çekim kuvveti uygular. Bu doğrultuda, hangi gezegenin kütle çekim kuvveti daha fazladır?" Öğrenciler ilk ünite de öğrendikleri gezegenlerin büyüklükleri

kavramından yola çıkarak Jüpiter'i ifade edebilmeleri beklenmektedir. “Peki, Jüpiter ile Dünya'daki kütle çekim kuvvetini karşılaştırırsanız, hangisi daha büyüktür? Benzer şekilde, bu sefer Dünya ile Ay arasındaki çekim kuvvetini karşılaştırın. Hangisi daha büyüktür?” Öğrenciler rahatlıkla bu sorulara cevap vereceklerdir. “Dünya'nın cisimlere uyguladığı kütle çekim kuvveti, Ay'ın cisimlere uyguladığı kütle çekim kuvvetinden yaklaşık altı kat daha fazladır. Dünya'da ağırlığı 6 N olan bir cismin Ay'daki ağırlığı yaklaşık 1 N olarak ölçülür. Bir cismin ağırlığı, Jüpiter gibi Dünya'dan daha büyük bir gezegende Dünya'daki ağırlığından daha fazla olarak ölçülür. Jüpiter'in kütlesi Dünya'nın kütlesinden daha fazla olduğundan cisme uyguladığı çekim kuvveti de daha fazladır. Dünya'da ağırlığı 1 N olarak ölçülen bir cismin Jüpiter'deki ağırlığı yaklaşık 2.37 N olarak ölçülür.” Öğrenciler karşılaştırmalı şekilde bilgiyi edindikten sonra bu bilgiyi kullanabildikleri farklı bir soru sorulur. “Bu durumda bu 3 gök cismi arasında 6 N'luk bir cismi taşımak daha zordur?” Öğrencilerin cevapları alınır. “Merkür, Mars ve Venüs gibi kütlesi Dünya'dan daha küçük olan gezegenler üzerlerinde bulunan cisimlere Dünya'ya göre daha düşük kütle çekim kuvveti uygularlar. Bu sebeple bu gezegenlerdeki ağırlıklar daha azdır. Jüpiter, Uranüs, Neptün ve Satürn gibi kütlesi Dünya'dan daha büyük olan gezegenler ise üzerlerindeki cisimlere daha büyük bir kütle çekimi uygularlar. Bu sebeple orada bulunan cisimlerin ağırlıkları Dünya'ya göre daha fazladır.” Bu doğrultuda öğrencilerden çalışma yaprağındaki son soruyu cevaplamaları istenir. “Şimdi kendinizi Dünya'dan farklı bir gezegende hayal edin. Ağırlığınız nasıl değişir?” Öğrencilere cevaplamaları için biraz süre verilir ve birkaç öğrencinin cevabı alınarak değerlendirilir.

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Burada öğrencilerin kavramları ne kadar doğru kullandıklarını belirlemek amacıyla kütle, ağırlık ve yer çekimi kavramlarına yönelik günlük hayatlarından birer cümle ifade etmeleri istenir. Günlük hayatta yanlış kullanılan durumlara örnek vermeleri istenir.
- Öğrencilerin bütün kritik düşüncelerini sağlamak için “yer çekimi birdenbire yok olursa ne olur?” şeklinde bir soru yönelterek düşünceleri alınır. Burada ek sorular kullanılabilir. “Atmosfer de yer çekimi olmadığı için uzay boşluğuna gider mi? Yolda yürürken birden yer çekimi kayboldu, nereye saklanırsınız ya da saklanabilir misiniz?”

İŞ

- F.7.3.2.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla ilişkili olduğunu açıklar.
- a. İşin birimi joule olarak verilir.
 - b. Matematiksel bağıntılara girilmez.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler, bu konuda ilgili olmayan olgulardan ilgili olanları ayırt etme becerisini öğreneceklerdir. Ayırt etme becerisi günlük yaşamımızda fark etmeden sıklıkla kullandığımız bir beceridir. “Bir kitapçıdaki reyonları düşünün. Macera, kişisel gelişim, romantik, yemek kitabı gibi bölümler var. Bu bölümlerin bu şekilde isimlendirilip ayrıldığını hayal edin. Kitaplar rastgele bir şekilde raflara dizilmiş olsun. Siz de tarihi bir kitap arıyorsunuz. Kolay bulabilir misiniz? Bu şekilde ayrı reyonların olması bize nasıl bir avantaj sağlıyor?” Öğrencilerin cevapları alınır. “Benzer şekilde, yağmurlu bir günde dışarı çıkarken uygun kıyafetler seçeriz. Dolabımıza bakarız, yağmurda giymeye uygun olan kapüşonlu bir mont belki su geçirmez ayakkabı tercih ederiz. Bir terlik ya da önü açık bir sandalet seçmeyiz. Çünkü yağmurlu havada bu tür bir ayakkabı giymek uygun bir tercih değildir, durumla ilişkili değildir. Bu

derste de iş kavramını öğrenirken hangi durumlara iş dediğimizi hangilerine demediğimizi ayırt edeceğiz.”

AKTİF DÜŞÜNME

- Günlük hayatımızda sıkça kullandığımız iş kavramına yönelik öğrenci yaşantılarının sorgulanmasıyla derse başlanır. “İş nedir? Günlük yaşantımızda siz ya da çevrenizdeki insanlar neye iş diyor? 1 hafta içerisinde yaptığınız işleri sayabilir misiniz?” Öğrencilerin cevapları alınır. “Bu saydığınız faaliyetlerin neden iş olduğunu düşünüyorsunuz?” Öğrencilerin saydıkları faaliyetlerin nedenlerini ifade ettikten sonra bu nedenler arasında ortak bir nokta bulunmaya çalışılır (yorulma, enerji/güç harcama vb.).

- “Bu saydıklarınız gündelik yaşantımızda iş olarak adlandırdığımız faaliyetler. Bazı kelimelerin günlük hayatta kullanımı ile bilimsel anlamda kullanımı arasında bazı farklılıklar olabiliyor. Fende bir eylemin iş olarak adlandırılması için bazı özellikleri taşıması gerekiyor. Şimdi size dağıtılan kağıtlardaki iş tanımı inceleyerek özelliklerini belirlemeye çalışalım. Sonra da bu tanımdan yola çıkarak bir iş örneği yazmaya çalışalım.” Öğrencilere yeterli süre verildikten sonra büyük sınıf tartışmasıyla önce kavram ve özellikleri üzerinde durulur, işin biriminin *joule* olduğu ifade edilir, sonra da öğrencilerin iş örnekleri üzerinde tartışılır. Örnekler tek tek incelenir, cismin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket edip etmediğine karar verilerek öğrencilerin örneklerinin doğruluğu netleştirilir. Bu aşamada öğretmen tarafından farklı örnekler verilebilir.

İş: Kuvvet uygulanan bir cismin, uygulanan kuvvet doğrultusunda yer değiştirmesidir.

Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak işin özellikleri nelerdir?

•

•

•

Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak bir iş örneği yazınız.

- Öğrencilerin bir eylemin iş olarak kabul edilebilmesi için cismin uygulanan kuvvet yönünde yer değiştirmesi gerektiği düşüncesi benimsendikten sonra öğrencilere çeşitli eylemlerin yer aldığı yapılandırılmış grid dağıtılır. Öğrencilerden, fotoğraflardaki eylemlerin hangilerinin iş olduğunu belirtmeleri ve kuvvet ile hareket yönünü üstünde göstermeleri istenir. Ayrıca, iş olmayan durumların neden iş olmadığı açıklamaları beklenir.



DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Bu aşamada öğrencilerin günlük yaşantılarında iş kavramını doğru şekilde kullanabilme durumlarını incelemek amacıyla iş kavramının yanlış kullanılan bir örneğini yazmaları istenir.

Günlük yaşantınızda hatalı olarak kullanılan bir iş örneği yazınız. Bu örnek neden hatalıdır?

ENERJİ ve ENERJİ ÇEŞİTLERİ

- F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.
- Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırılır.
 - Potansiyel enerjinin kütle ve yüksekliğe, kinetik enerjinin kütle ve sürata bağlı olduğu belirtilir.
 - Matematiksel bağıntılara girilmez.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrencilerin günlük hayatta belirli durumlara yönelik çıkarımlar yaptığını ve çıkarımlar sonucunda bir karara vardıklarını fark etmeleri sağlanır. “Okula gelmek için pencereden dışarı baktınız ve gökyüzünde gri bulutların olduğunu gördünüz. Ne düşünüyorsunuz?” Öğrenciler yağmurun yağmasıyla ilgili çıkarımda bulunacaklardır. “Peki yağmur yağacağına yönelik bir çıkarım yaptınız. Bu tahmininiz doğrultusunda nasıl bir karar alırsınız?” Öğrenciler şemsiye alma, su geçirmez mont giymek gibi önlemler ifade edebilirler. “Gri bulutlar yağmur yağacağını işaret eder, gri bulutlar bizim için ipucumuz. Bu ipucundan yola çıkarak bir tahminde bulunuruz ve sonrasında olayla ilgili bir karar veririz. Bu dersimizde de size dağıtılan durumlara yönelik çıkarımda bulunup en sonunda bir karar vereceksiniz.”

AKTİF DÜŞÜNME

- Günlük hayatta sıklıkla kullandığımız enerji kavramıyla ilgili öğrencilerin görüşleri alınır. “Enerji nedir? Bugün çok enerjim, ya da enerjik hissediyorum gibi cümleleri sıklıkla kullanıyoruz. Bu bağlamda düşündüğümüzde enerjiyi nasıl açıklarsınız.” Öğrencilerin cevapları alınır. “Peki, bilimsel olarak düşünüldüğünde enerji nedir? Hangi enerji türleri vardır?” Öğrenciler güneş, ısı, elektrik gibi enerji türlerini sayabilirler. “Sizce enerji ile iş arasında bir ilişki var mıdır?” Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra enerji, kinetik enerji ve potansiyel enerji kavramlarının sözcük analizi yapılır. Önce enerji kavramı üzerine detaylı olarak durulur. Kinetik ve potansiyel enerjinin tanımları üzerinde durulduktan sonra öğrencilerin kinetik ve potansiyel enerjinin nelere bağlı olduğunu tahmin etmeleri beklenmektedir. Burada önce her bir enerji türünün üzerinde tek tek durmak daha iyi olabilir.

Enerji: İş yapabilme yeteneğidir. Enerji, kinetik ve potansiyel olmak üzere sınıflandırılır.
Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak **enerjinin** özellikleri nelerdir?

-
-
-

Kinetik Enerji: Cismin hareketinden dolayı kazandığı enerjidir.
Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak **kinetik enerjinin** özellikleri nelerdir?

-
-
-

Potansiyel Enerji: Cisimlerin durumlarından dolayı sahip oldukları enerjidir.
Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak **potansiyel enerjinin** özellikleri nelerdir?

- Öğrencilerin sorulardaki durumlar üzerinden kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir. Birinci durumda tır ile otomobili, ikinci durumda ise farklı hızlardaki iki otomobili karşılaştırarak çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Öğrenciler her iki durum için bulundukları çıkarımdan sonuca ulaşarak hangi değişkenlerin kinetik enerjinin büyüklüğünü etkilediğini ifade edebilmelidirler. Öğretmen burada daha detaylı açıklamalar ve farklı örnekler verebilir.

Sorular ve Cevaplar

1. Bir tır 100 kg ağırlığında bir otomobile göre çok daha fazla kinetik enerjiye sahiptir. Aynı hızla hareket ederken tır ile otomobili karşılaştırarak kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir.

2. Bir tır 100 kg ağırlığında bir otomobile göre çok daha fazla kinetik enerjiye sahiptir. Aynı hızla hareket ederken tır ile otomobili karşılaştırarak kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir.

3. Bir tır 100 kg ağırlığında bir otomobile göre çok daha fazla kinetik enerjiye sahiptir. Aynı hızla hareket ederken tır ile otomobili karşılaştırarak kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir.

- Potansiyel enerjiyle ilgili olarak üç farklı durum öğrencilere verildi. Potansiyel enerjinin birinci durumda kütleye, ikinci durumda yüksekliğe, üçüncü durumda ise yayın sıkışma miktarına bağlı olduğuna yönelik çıkarımda bulunulması beklenmektedir. Öğrencilerden çıkarımlarından sonuca ulaşarak potansiyel enerjiyi hangi değişkenlerin etkilediğini ifade etmeleri istenmektedir. Öğretmen burada potansiyel enerjiyi daha detaylı açıklayabilir ve farklı örnekler verebilir. Ayrıca, çekim potansiyel enerji ve esneklik potansiyel enerji kavramları da ifade edilebilir.

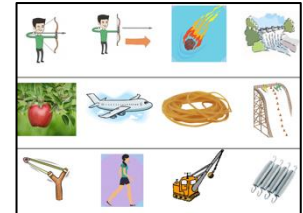
Sorular ve Cevaplar

1. Bir tır 100 kg ağırlığında bir otomobile göre çok daha fazla kinetik enerjiye sahiptir. Aynı hızla hareket ederken tır ile otomobili karşılaştırarak kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir.

2. Bir tır 100 kg ağırlığında bir otomobile göre çok daha fazla kinetik enerjiye sahiptir. Aynı hızla hareket ederken tır ile otomobili karşılaştırarak kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir.

3. Bir tır 100 kg ağırlığında bir otomobile göre çok daha fazla kinetik enerjiye sahiptir. Aynı hızla hareket ederken tır ile otomobili karşılaştırarak kinetik enerjinin kütleye ve süratle olan ilişkisini keşfetmeleri beklenir.

- Öğrencilere kinetik, esneklik potansiyel ve çekim potansiyel enerji örneklerinin yer aldığı yapılandırılmış grid verilir. Öğrencilerden görselleri inceleyerek görselin hangi enerji türüne ait olduğunu ayırt etmeleri istenir. Öğrencilere cevaplandırmaları için yeterli süre verildikten sonra hangi enerjiyi neden seçtiklerini ifade etmeleri de beklenmektedir.



DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin kinetik enerji ve potansiyel enerjiyi karşılaştırmaları istenir. “İki farklı enerji türü öğrendik. Bu enerji türleri farklı olduğu kadar benzer noktaları da var. Şimdi 10 saniye kadar düşünün ve benzer ve farklı noktaları ifade etmeye çalışın.” (Benzer noktalar; enerji türü olmaları, kütleyle bağlı olmaları vb.; farklı noktalar ise kinetik enerji cismin süratine bağlı iken potansiyel enerji cismin yüksekliğine bağlıdır. Kinetik enerjinin çeşidi yokken potansiyel enerjini çekim ve esneklik olmak üzere iki farklı türü vardır.)
- Öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmek için günlük yaşantılarından birer örnek yazmaları istenir. Öğrencilere cevaplandırmaları için yeterli süre verildikten sonra cevaplar dinlenir. Diğer öğrenciler verilen örneğin doğru bir örnek olup olmadığını değerlendirir.

Kinetik ve potansiyel enerjiye yönelik kendi yaşantınızdan birer örnek yazınız.

Kinetik enerji örneği;

Potansiyel enerji örneği;

ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.

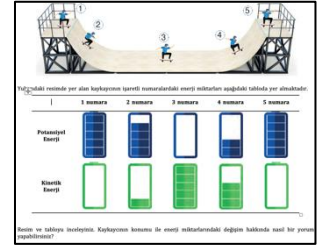
İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Bu plan öğrencilerin daha önce kullandıkları becerilere odaklandığı için yeni bir beceri tanıtımı olmayacaktır.

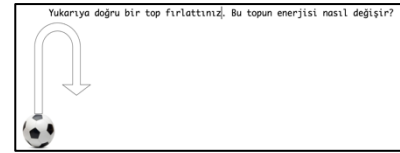
AKTİF DÜŞÜNME

- “Günlük yaşantımızda enerjim bitti ya da çok enerji harcadım gibi ifadeleri sıklıkla kullanırız. Enerji biter mi?” Öğrencilerin görüşleri alınır. “Enerji, yoktan var olmaz; var olan enerji de yok olmaz. Ancak bir türden başka bir türe dönüşür. Uçan bir kuşu düşünelim. Kuş hangi enerjiye sahiptir?” Bazı öğrenciler sadece kinetik ya da potansiyel enerjiyi bazıları da her ikisine de sahip olduğunu söyleyebilir. “Uçan bir kuş, hareketinden dolayı kinetik enerjiye sahiptir, ancak yüksekliğe de sahip olduğu için potansiyel enerjisi de vardır. Yani, uçan bir kuşun hem kinetik hem de potansiyel enerjisi vardır. Peki bu kuşun bir dala konduğunu düşünelim. Kuşun kinetik enerjisine ne olur? Kinetik enerjisi yok olur mu?” Öğrencilerin cevapları üzerine tartışılır. “Başta da söylediğimiz gibi enerji yok olmaz, başka bir enerjiye dönüşür. En sık görülen enerji dönüşümü kinetik enerjinin potansiyel enerjiye, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesidir. Örneğin; sonbaharda sararan yapraklar yere düşer. Yaprak, dalda dururken yere göre potansiyel enerjiye sahiptir. Daldan düşmeye başladığı andan itibaren yaprağın potansiyel enerjisi, kinetik enerjiye dönüşmeye başlar.” Öğrencilere tahtaya çizerek gösterilebilir.

- “Şimdi size kaykay süren birinin potansiyel ve kinetik enerjisinin nasıl değiştiğini gösteren bir resim dağıtacağım. Kaykaylının belirtilen numaralardaki potansiyel ve kinetik enerjilerini inceleyin. Bakalım nasıl bir sonuca ulaşacaksınız?” Öğrencilere resmi ve altındaki tabloyu incelemeleri için 4-5 dakika süre verilir (düşün-eşleş-paylaş), sonrasında öğrencilerin görüşleri alınır. Tartışmalı olan cevaplar üzerine konuşulur. Resim ve altındaki tablo öğrencilerle beraber adım adım yorumlanır. “Kaykaylının birinci konumda en üst noktada ve hareketsizdir. Hareket olmadığı için kinetik enerjisi yoktur. Kaykaylı, yere göre en üst noktada olduğundan tüm enerjisi potansiyel enerjidir. 5 birim potansiyel enerjisi var. İkinci konumda ise kaykaylı bir miktar yükseklik kaybettiği için potansiyel enerjisi bir miktar azalmıştır. Harekete başlayıp sürat kazandığı için kaybettiği potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşmüştür. 4 birim potansiyel enerjisi varken 1 birim kinetik enerjisi var. Ama toplam enerji miktarı hala 5 birim. Üçüncü konumda kaykaylı, yüksekliğini tamamen kaybettiği için potansiyel enerjisi tamamen kinetik enerjiye dönüşmüştür. 5 birim kinetik enerjisi vardır. Dördüncü konumda, kaykaylı, sahip olduğu kinetik enerjinin bir kısmını kaybetmiştir. Kaybettiği bu kinetik enerji cismin belli bir yükseklik kazanmasına, dolayısıyla potansiyel enerjiye sahip olmasına yol açmıştır. Kaykaylının 3 birim kinetik enerjisi varken 2 birim potansiyel enerjisi vardır. Beşinci konumda, kaykaylının sahip olduğu kinetik enerjinin tamamı potansiyel enerjiye dönüşmüş ve kaykaylı çıkabileceği maksimum yüksekliğe ulaşmıştır. Hareketini bitirdiğinde kaykaylının 5 birim potansiyel enerjisi vardır. Başlangıçta da 5 birim enerjisi olan kaykaylının hareketin bitiminde de 5 birim enerjisi var. Bu durumla ilgili nasıl bir yorum yapabilirsiniz?” Öğrencilere tekrar düşünme fırsatı verildikten sonra “Dersin başında da dediğimiz gibi evrende enerji yok olmaz, bir türden başka bir türe dönüşür. Kinetik enerji ve potansiyel enerji birbirlerine dönüşebildiği için cisimlerin sahip olduğu toplam enerji değişmez. Cisimlerin toplam enerji miktarının değişmemesine *enerjinin korunumu* denir.” Öğretmene burada daha detaylı açıklama yapılabilir.



- “Yukarı doğru bir topa attığımızı varsayalım. Bu topun enerjisi nasıl değişir?” Öğrencilere cevaplarını yazmaları için 3-4 dakika süre verilir. “Yukarı doğru atılan bir topun sürati yükseldikçe azalır. Topun sürati azaldığı için kinetik enerjisi de azalır. Kinetik enerjisi sayesinde yer çekimine karşı iş yapıldığı için cismin sahip olduğu kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşür. Top çıkabileceği en üst noktaya çıktığında artık yer düşmeye başlar. Bu sefer çıkarken ki durumun tersine yer çekimi yönünde hareket ettiği için sürati artar, dolayısıyla kinetik enerjisi artar. Yüksekliği de azaldığı için potansiyel enerjisi azalır. Cismin potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşmüştür.” Çizerek gösterilebilir. “Peki topun potansiyel enerjisinin en büyük olduğu nokta hangisidir? Topun kinetik enerjisinin en büyük olduğu nokta hangisidir?”



DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilere çeşitli durumların yer aldığı çalışma kağıdı dağıtılarak buradaki enerji dönüşümlerini yorumları istenir. Düşünmeleri için 3-4 dakika süre verildikten sonra öğrencilerin cevapları alınır. Cevaplayan öğrencinin düşüncelerine katılıp katılmadığı diğer öğrencilere sorulur.



SÜRTÜNME KUVVETİ, HAVA ve SU DİRENCİ

F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.

a. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisinin örneklendirilmesinde sürtünmeli yüzeyler, hava direnci ve su direnci dikkate alınır.

b. Sürtünen yüzeylerin ısındığı, basit bir deneyle gösterilerek kinetik enerji kaybının ısı enerjisine dönüştüğü vurgulanır.

F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.

a. Hava veya su direncinin farklı taşıtların tasarımındaki etkisine değinilir.

b. Tasarımlar çizimle ortaya konulur, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Bu plan öğrencilerin daha önce kullandıkları becerilere odaklandığı için yeni bir beceri tanıtımı olmayacaktır.

AKTİF DÜŞÜNME

- Öğrencilere günlük yaşantıda sürtünme kuvvetinin varlığını gösteren çeşitli sorular sorularak fikir üretmeleri sağlanır. **“Bir topa vurduğumuzda top sonsuza kadar hareket eder mi? Top ne zaman durur?”** Öğrencilerin cevapları alınır. **“Peki, top neden durur?”** **“Bazen otomobillerin fren seslerini duyar ya da fren izlerini görürüz. Bu sesin çıkmasının ya da bu izlerin oluşmasının sebebi ne olabilir?”** **“Üşüdüğümüzde ellerimizi birbirine sürteriz ve ellerimizi ısıtırız. Ellimiz neden ısınır?”** Öğrenciler sürtünme kuvveti ifadesi yerine onun yerine geçecek farklı ifadeler kullanabilirler. **“Bir madde ya da yüzeyle temas hâlinde olan hareketli bir cismin hareketine devam etmesi için o cisme sürekli kuvvet uygulanması gerekir. Aksi hâlde hareketini devam ettiremez. Harekin devam etmesini engelleyen bir karşı kuvvet vardır. Biz bu kuvvete sürtünme kuvveti diyoruz.”** Öğrencilere sürtünme kuvvetinin tanımının yer aldığı kağıt dağıtılarak tanımdan yola çıkarak özellik belirlemeleri istenir. Daha sonra tanımları kullanarak sürtünme kuvvetinin yönünü çizmeleri istenir. 4-5 dakikalık süre verildikten sonra öğrencilerin cevapları alınır.



- “Peki sizce hangi tür yüzeylerde sürtünme kuvveti daha fazladır? Sınıfın zeminini gibi düz, parlak ve pürüzsüz yüzeylerde mi girintili çıkıntılı pürüzlü yüzeylerde mi?”** Öğrencilerin görüşleri alındıktan sonra örnek vermeleri istenir. Öğrencilerin örnekleri üzeri sınıfça tartışılır. **“Az pürüzlü ya da pürüzsüz yüzeylerde sürtünme kuvveti daha azdır. Bu sebeple bir cismi az pürüzlü yüzeylerde hareket ettirmek daha kolaydır. Az pürüzlü yüzeyde hareket eden cisimle pürüzlü yüzeyde hareket eden cismin kinetik enerjisi arasında bir fark var mıdır?”** Öğrencilerin cevapları alınır. **“Sürtünme kuvveti ne kadar az ise cismi hareket ettirmek daha kolaydır demiştik. Kolay hareket eden cisim daha kolay hızlanır, dolayısıyla kinetik enerjisi sürtünme kuvveti fazla olan cisimlerininkine göre fazla olur. Örneğin, buzlu yol asfalt yola göre daha az pürüzlüdür. Bu nedenle aynı cisme buzlu yolda etki eden sürtünme kuvveti asfalt yola göre daha azdır. Bu durum hareket hâlindeki cisimlerin buzlu yolda durmasını zorlaştırır. Benzer şekilde sınıfın zemininde şu an rahat şekilde hareket edebiliyoruz. Ancak burası ıslak olsa zemin kayganlaşır. Dolayısıyla sürtünme kuvveti azalır.”**

Sizce hangi tür yüzeyde sürtünme kuvveti daha azdır?

☐ Az pürüzlü

☐ Pürüzsüz

Sürtünme kuvvetinin az olduğu bir örnek yazınız.

- “Dersin başında üşüdüğümüzde ellerimizi birbirine sürterek ısıttığımızı söylemiştik. Elimiz neden ısınmıyor?”** Öğrenciler rahatlıkla sürtünme kuvveti diyeceklerdir. **“Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi için maddenin hareket etmesi gerekir. Hareket süresince birbirine**

temas eden yüzeylerde sıcaklık artışı olur. Sıcaklık artışının nedeni sürtünmedir. Örneğin, hareket hâlindeki bir aracın frenine kuvvetlice basıldığında yol ile tekerlek arasında güçlü bir sürtünme meydana gelir. Sürtünme kuvvetinin etkisi aracı kısa sürede durdurur. Sürtünme ile azalan kinetik enerji, ısı enerjisi olarak ortaya çıkar. Bu enerji birbirine sürtünen iki cismin sıcaklığını artırır. Ani fren yapan araçların tekerleklerinde meydana gelen sıcaklık artışıyla lastiklerin eriyerek asfaltta iz bırakmalarının ve ses çıkmasının nedeni de budur. Burada sürtünme kuvvetinin etkisiyle kinetik enerji ısı ve ses enerjisine dönüşür. Siz günlük yaşantınızdan bu tür örnekler verebilir misiniz?” Öğrencilerin örnekleri üzerine tartışıldıktan sonra hava ve su direncine geçilir.

- “Sürtünme kuvveti sadece katı cisimler arasında oluşmaz. Cisimler ile havayı veya suyu oluşturan tanecikler arasında da sürtünme kuvveti oluşmaktadır. Ancak sürtünme kuvveti, hava ve su ortamında farklı şekilde isimlendirilir; hava ve su direnci. Bu kavramların tanımlarına bakarak özelliklerini belirleyelim.” Öğrencilerle beraber özellikler üzerinde durularak örneklerini ifade etmeleri istenir.

Hava Direnci: Havanın içinde hareket eden bir cisim hareketini engelleyici jinde etk eden sürtünme kuvvetidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak şu <u>değerleri</u> (özellikleri) not ederiz? • • •
Su Direnci: Suda hareket eden bir cisim hareketini engelleyici jinde etk eden sürtünme kuvvetidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak şu <u>değerleri</u> (özellikleri) not ederiz? • • •

“Hava ve su direnci, cisimlerin hareketini zorlaştırarak süratlerinin ve kinetik enerjilerinin azalmasına neden olur. Aslında günlük yaşantımızda bunu çok net şekilde hissedebildiğimiz durumlarla karşılaşyoruz. Örneğin bisiklet sürerken yüzümüze çarpan rüzgar ya da denizde kulaç atmaya çalışırken suyun içinde kolumuzun daha yavaş hareket etmesi, ya da suda yavaş yürümek, kürek çekmeye çalışmak gibi. Şimdi bir etkinlik yapalım. Önce siz kağıtlarınızdaki boş tabloya tahminlerinizi yazın sonrasında gözlem sonuçlarınızla tahminlerinizi karşılaştıralım.” Öğrencilerin hangi kağıdın daha önce düştüğüne yönelik tahminleri alındıktan sonra etkinlik tahtaya çıkarılan birkaç öğrenciye ya da öğretmen tarafından yapılır. Öğrenciler gözlemlerini not etiketten sonra etkinlik üzerine büyük sınıf tartışması gerçekleştirilir. “Buruşmuş kağıdın yere daha erken ulaştığını gözlemledik. Sizce neden?” Öğrencilerin görüşleri alınır. “Cisimlerin havaya temas eden yüzeyleri arttıkça hava taneciklerinin de etki edeceği yüzey artmış olur. Yani, havaya temas eden yüzey arttıkça hava direnci (sürtünme kuvveti) artar. Düz kağıdın havaya temas eden yüzeyi buruşmuş kağıda göre daha fazla olduğu için havanın gösterdiği direnç daha fazladır. Bu sebeple daha geç yere düşer. Buruşmuş kağıdın yüzey alanı daha küçük olduğu için havayla daha az temas halindedir. Dolayısıyla daha az hava direncine maruz kalır.”

Aynı yolla hareket eden bir cisim hareketini engelleyici jinde etk eden sürtünme kuvvetidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak şu <u>değerleri</u> (özellikleri) not ederiz? • • •
Su Direnci: Suda hareket eden bir cisim hareketini engelleyici jinde etk eden sürtünme kuvvetidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak şu <u>değerleri</u> (özellikleri) not ederiz? • • •

- Hava direnciyle benzer şekilde su direnciyle ilgili öğrenciler tahminlerini yazdıktan sonra etkinlik yapılır. Öğrenciler gözlemlerini not etiketten sonra büyük sınıf tartışması gerçekleştirilir. “İçeride bardağa atılan madeni paranın bardağın dibine daha geç ulaştığını gördük. Sizce neden?” Öğrencilerin görüşleri alınır. “Suyun daha yoğun bir yapıda olması su dolu bardaktaki madeni para bardağın dibine daha geç ulaşmıştır. Bu deneyi sudan daha yoğun bir sıvıyla yapsaydık (şekerli su, cıva vb.) madeni para o sıvının içinde daha yavaş hareket edecekti. Bir sıvının yoğunluğu arttıkça cisme uyguladığı sürtünme kuvveti de artar. Aslında bu etkinlikte su direnciyle hava direncini de karşılaştırmış olduk. Sizce hangi direnç daha büyüktür? Su direnci mi hava direnci mi? Düşüncelerinizi kağıdınıza yazın sonra üzerine konuşalım.” Öğrencilerin görüşleri alınır.

Aynı yolla hareket eden bir cisim hareketini engelleyici jinde etk eden sürtünme kuvvetidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak şu <u>değerleri</u> (özellikleri) not ederiz? • • •
Su Direnci: Suda hareket eden bir cisim hareketini engelleyici jinde etk eden sürtünme kuvvetidir. Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak şu <u>değerleri</u> (özellikleri) not ederiz? • • •

Sence hava direnci mi su direnci mi daha güçlüdür? Neden bu şekilde düşünüyorsun?

- “Günlük yaşantımızda su ve hava direncine maruz kalmaktayız. Hava ve su direnci de cisimlerin süratinin dolayısıyla kinetik enerjisinin azalmasına neden olur. Bu nedenle hava ve suda hareket eden araçlar tasarlanırken hava ve su direncini azaltacak şekilde tasarlanır. Örneğin hızlı trenler ve uçaklar hava direncini gemiler de su direncini azaltacak şekilde tasarlanmıştır. Sizce hızlı trenlerin, uçakların ve gemilerin hangi özellikleri hava ve su

- “Suda yaşayan canlıların vücut yapıları su direncinden en az etkilenecek şekildedir. Balıkların vücutlarının kaygan olması ve üzerlerindeki pullar su dirençlerini azaltarak hareketlerini kolaylaştırır. Yüzücüler su direncini azaltmak için suya dalarken ellerini birleştirirler. Dalgıçların dalış sırasında giydikleri özel kıyafetler de su direncini azaltarak onların daha kolay dalmalarını ve yüzmelerini sağlar. Kuşların vücut yapıları, gaga şekilleri ve tüylerinin hafifliği havada daha rahat hareket etmelerini sağlar. Kuşlar bu yapıları sayesinde hava direncinden fazla etkilenmezler.”

[illegible]

- “Çevremizdeki birçok maddeyi bir bütün olarak görürüz. Örneğin, taş, toprak, hava gibi. Tüm maddeler küçük taneciklerin bir araya gelmesiyle oluşur. Peki bu maddeler taneciklerden oluşuyorsa, bu maddeyi en küçük parçasına kadar ayırabilir miyiz?” Öğrencilerin cevapları alınır. Öğrencilerin maddenin en küçük taneciğinin atom olduğunu ifade etmeleri beklenir. “Maddeleri oluşturan en küçük yapı taşına atom adı verilir. Çevremizde görebildiğimiz ya da göremediğimiz her maddenin en küçük yapı taşı atomdur. Peki, atomun yapı taşı nasıldır? Atomdan daha küçük parçalar var mıdır?” Öğrencilerin tahminleri alınır. Eğer var olduğunu ya da olmadığını iddia ediyorlarsa düşüncelerinin altındaki sebep sorgulanır.

- “Size atomla ilişkili olan parçacıkların olduğu kağıtlar dağıtacağım.” Her bir gruba proton, nötron, elektron, katman ve çekirdek kavramlarının tanımlarının yazıldığı kağıtlar dağıtılır. “Önce kağıtlarda yazan temel kavramları bir okuyun ve bugün kaç tane kavram öğreneceğiz anlamaya çalışın. Kağıtta yazılan tanım içinden o kavramın hangi özelliklere sahip olduğunu noktalı yerlere yazalım.” Her bir kavram için önce öğrenciye 2-3 dakika süre verilir daha sonra bütün sınıf belirlediği özelliği söyler. Öğrenciler bu tanımları ifade ederken çekirdek ve katmanın atomdaki bölgeler, elektron, nötron ve protonun ise atomdaki tanecikler olduğu vurgulanır.

Proton (p): Atomun çekirdeğinde yer alan ve her atomda farklı sayıda olan pozitif yüklü (+) taneciklerdir. Yukarıdaki proton tanımından yola çıkarak protonun özellikleri nelerdir? • • •
Nötron (n): Atomun çekirdeğinde yer alan yüksüz (0) taneciklerdir. Yukarıdaki nötron tanımından yola çıkarak nötronun özellikleri nelerdir?

- Gruplardan her bir tanecikle ilgili görüş alınır. Öğrencilerden, dağıtılan tabloyu ilgili konuşmalar doğrultusunda tamamlamaları istenir. “Şimdi elinizdeki tabloyu yukarıdaki tanımlardan yola uygun şekilde tamamlamanız gerekiyor. Atomun içinde yer alan üç taneciğin yükünü, bulunduğu yeri ve sembolünü grup olarak tabloya yazın.” Öğrencilere bunun için 2-3 dakika verilmesi yeterli olacaktır.

	Yükü	Bulunduğu yer	Sembolü
Proton			
Nötron			
Elektron			

- Öğrencilere daha önce bir atom modeli gösterilmez. Öğrencilerin okuduklarından ve sınıftaki tartışmalardan yola çıkarak bir model çizmeleri beklenir. Öğrencilere yardımcı olması açısından dağıtılan tanım kağıtları ve tablo kaldırılmaz. “Dağıtılan tanım kağıtlarımı, hazırladığınız tabloyu ve yaptığımız konuşmaları düşünün. Bu bilgilerden yola çıkarak kağıtta işaret edilen yere bir atom resmi (modeli) çizmenizi istiyorum. Çiziminizde atomun içinde yer alan taneciklere yer vermeyi unutmayın.” Bu etkinlik için 5 dakika yeterli olacaktır. Çizimde problem yaşayan öğrencilere gezegenin etrafında hareket eden uyduları örnekleri verilebilir. Sürenin sonunda her öğrenci yanındaki arkadaşının modelini inceler. Daha sonra öğretmen öğrencilerle soru cevap şeklinde basit bir modeli tahtaya çizmeye çalışır. “Sizce önce hangi yapıyı çizmeliyim? Proton nerde olmalı? Elektronu nereye yerleştirmeliyim?” gibi sorularla öğrencilerin yönlendirmeleriyle model çizilmeye çalışır. Öğrenci hatalı bir yönerge veriyorsa hangi bilgilerden yola çıkarak bu yönergeyi verdiği sorgulanır. “Bu yönergeyi verirken hangi bilgiden faydalandın? Bu bilgiyi tekrar düşündüğünde yine aynı şekilde mi yorumlarsın?” Bu sayede öğrencinin tekrar düşünme sürecine girmesi sağlanır ve kendi yanlış çıkarımının farkına varır. Doğru model tahtaya çizildikten sonra öğrencilerden kendi çizimleriyle tahtadaki çizimi karşılaştırmaları ve hatalı çizimler varsa hatalı noktaları ifade etmeleri istenir. “Tahtadaki modelle kendi çizdiğiniz modeli karşılaştırın. Farklı olan noktalar var mı? Hatalı olan yerler nelerdir?”

- Son olarak öğrencilerden gezegen – uydu örneklerini düşünmeleri istenir. Bu benzetimdeki gezegen, uydu ve yörüngenin atomdaki hangi yapılara benzetildiği öğrencilere sorulur. “Dönemin başında öğrendiğimiz gezegen ve uydu kavramlarını hatırlayın. Bazı gezegenlerin etrafında uydu veya uydular var ve bu uydular bir yörüngede hareket ediyor. Siz gezegen, uydu ve yörüngeyi atomdaki hangi yapılara benzetirsiniz?” Öğrencilerin uydu ve yörüngeyi elektron ve katmana benzetmesi kolay olur. Gezegen için ise çekirdek yerine proton ya da nötron kavramları ifade edilebilir. Öğrenci cevapları alındıktan sonra bu benzetimdeki farklılıklar sorulur. “Sizce, gezegen çekirdeğe, uydu elektrona ve yörünge de katmana birebir benzer mi? Farklılaşan yönleri nelerdir?” Öğrencilerin cevapları çeşit olabilir. “Gezegenleri ya da uyduları görebilirken, atomu ve içindeki yapıları göremeyiz. Uyduların izledikleri yolu takip ederek yörüngelerini belirleyebilirken elektronlar için bu durum olası değildir.”

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- “T.C. kimlik numaralarınızı düşünün. Sizin kimlik numaranız Türkiye’deki başka biriyle ya da annenizle, babanızla aynı mı?” Öğrenciler büyük ihtimalle aynı olmadığını ifade edecekler. “Peki neden hepimizin kimlik numaraları farklı? Bu bize yaşantımızda ya da devlete ne gibi kolaylıklar sağlıyor olabilir?” Öğrencilerin aynı isim ve soy isme sahip bireylerin ayırt edilmesine ve çeşitli karışıkların önlenmesine fayda sağladığını ifade etmeleri beklenmektedir.

- “Atomu yapısını ve taneciklerini düşündüğümüzde T.C. kimlik numarasına benzetebileceğimiz bir özelliği var mıdır?” Öğrenciler proton olarak ifade etmezlerse onlara sufle verilebilir. “Tanım kağıtlarındaki taneciklerden bir tanesi için her atomda farklı sayıda olurdu demiştik. Bu tanecik hangisiydi?” Proton sayısının her atoma özgü olduğu ve bu sayı sayesinde atoma yönelik özelliklerin tespit edilmesini sağladığı ifade edilir.

- “Atomun merkezinde proton ve nötron, merkezin dışında ise elektronların bulunduğunu öğrenmiştik. Şekilleri incelediğinizde dikkatinizi çekenler nelerdir?” Öğrenciler renkleri, sayıları ya da katmanları ifade edebilir. “Atom görsellerinin kaç protonu kaç elektronu vardır? Tablodaki boşlukları dolduralım.” Öğrenci cevapları alınır.

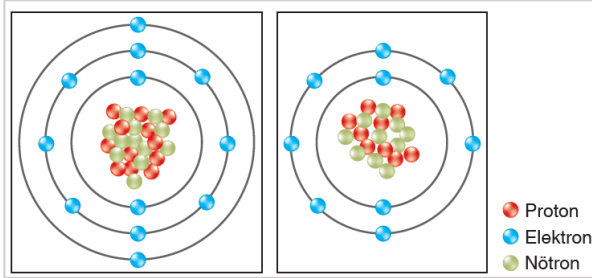
1. görsel	2. görsel	3. görsel
P: E: N:	P: E: N:	P: E: N:
Hangileri nötr atomdur?		

- “Şimdi size bir tanım okuyacağım. Dağıtılan görsellerdeki hangi atomların bu atom türü olduğuna karar vereceksiniz.

Nötr atomlar proton ve elektron sayıları birbirine eşit atomlardır.”

- Öğrencilere tanım birkaç kez daha tekrar edilebilir. Öğrencilerin görsellerden hangilerinin nötr atom olduğunu söylemeleri istenir (Üçü de nötr atom). Üçüncü görselde nötron sayısı farklı olduğu için öğrencilerin biraz daha şüpheye düşmesi için sorular yöneltilir. “Üçüncü atomda nötron sayısı farklı yine de nötr atom mu? Nötron sayısı nötr atom olup olmama da etkili midir? gibi. Atom modellerinin proton ve elektron sayılarını saydığımızda bunların birbirlerine eşit olduklarını gördük. Bu atomlar nötr atomlardır. Bu durum her zaman elektron ve proton sayılarının eşit olacağı anlamına gelmez.”

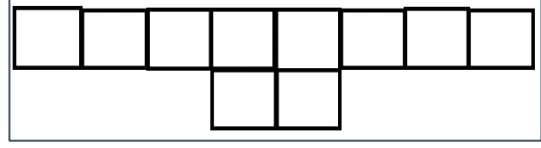
- “Şekillere tekrar baktığınızda elektronların farklı sayılarda katmanlarda yer aldığını görürsünüz. Üç resimde de en içteki katmana yerleşen elektronların sayılarının da 2 olduğunu görüyorsunuz. İkinci ve üçüncü resimlerdeki ikinci ve üçüncü katmanlara yerleşen elektron sayılarının ise 8. Bu bilgilerden yola çıkarak nasıl bir yorum yapabiliriz?” Öğrenciler muhtemelen ilk katmanlarda 2 elektronun, diğer katmanlarda 8’er elektronun olabileceğini söyleyecekler, öğretmenin dediğini tekrar edeceklerdir. En fazla 8 elektron olabileceğini belirtmeyeceklerdir. Bu bağlamda onlara yeni bir örnek sunulabilir. Yandaki örnekler kullanılarak onlara tekrar sorular sorulur. “İlk resimde 3 katman var. İlk katmanda 2, ikinci de 8, üçüncü de ise 2 elektron var. İkinci resimde ise ilk katmanda 2, ikinci katmanda ise 7 elektron var. Buradan ilk katmanda her zaman sadece 2 elektronun yer alabileceğini söyleyebiliriz. Peki ikinci



ve sonraki katmanlar için ne söyleyebiliriz? İkinci katmanda en fazla kaç elektron yer alabilir?” Öğrenciler artık 8 cevabını çok rahatlıkla verebilir. “Peki, atomun hala yerleşmemiş elektronları varsa bu elektronlar ne yapıyorlar?” Öğrenciler yeni bir katmana yerleşeceklerini ifade edebilirler. “Elektronlar, katmanlara her zaman ilk katmandan başlayarak yerleşirler. Bir katman tam dolmadan diğerine geçemezler. İlk katmanda her zaman 2 elektronun yer alabileceğini söylemiştik. İkinci ve sonraki katmanlarda ise en fazla 8 elektron yer alabilir. Hala yerleşmemiş elektronlar varsa bu elektronlar yeni bir katmana yerleşirler. Örneğin, 11

elektrona sahip atomun elektronları katmanlara nasıl yerleştirirsiniz?” Bir öğrenci tahtaya kaldırılarak ona bu soru yaptırılabilir. Sınıfın geri kalanı ise çözümün doğruluğunu değerlendirmelidir. Öğrenciler bu şekilde birbirlerinin düşüncelerini değerlendirmeyi öğrenirler.

(Burada konuyu anlamayan öğrenciler için farklı bir benzetme de kullanılabilir. Elektronların katmanlara yerleşmesi durumu kafa karıştırıcı olabiliyor. Neden ilk katmana üçüncü bir elektronu getirilemediği, elektronların katmanlara yerleşme düzeni tiyatro salonuna benzetilerek çözülebilir.)



ATOM MODELLERİ

7.4.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramının nasıl değiştiğini sorgular.

- Atom teorileri ile ilgili ayrıntılara girilmez.
- Bilimsel bilginin zamanla değişebileceğine vurgu yapılır.
- Bilimsel bilgi türlerinden teori hakkında genel bilgi verilir.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler daha önceki konular için kullandıkları becerileri burada kullanacaklardır. Yeni beceri tanıtımı olmayacaktır.

AKTİF DÜŞÜNME

- “Gizemli olaylar filmlerde bir cinayeti çözmek ya da bir hazineyi bulmak gibi olaylar olabilirken bilim dünyasında da gizemli olarak ifade edilebilecek çeşitli olaylar olabilir. Eski çağlardan beri bilim insanları gizemli buldukları olayları çözmeye çalışmışlardır. Sizce onlar için gizemli olan durumlar neler olabilir?” Öğrenciler için bu soru biraz zor olabilir. Öğrencilere günümüzde merak uyandıran durumlardan (UFO’ların olup olmadığına yönelik bir merak olduğu ve bilim insanlarının buna yönelik çalışmalar yaptığı gibi) ya da önceki ünite işlenen hücrenin yapısına yönelik çalışmalar örnekler verilebilir. “Bilim insanları yüzyıllar içinde hangi merak edilen durumları çözmeye çalışmışlardır?” Öğrencilerin cevaplarına göre açıklamalar yapılabilir. “Dünyanın düz mü yuvarlak mı olduğunu, insanların neden birbirinden farklı olduğunu, gezegenleri ve yıldızları merak etmişler ve bunları anlamaya yönelik çalışmışlar. Eski çağlardan beri insanların merak ettiği bir diğer konu da maddenin sonsuz derecede küçük parçalara bölünüp bölünemeyeceğidir. Atomun maddenin en küçük parçası olduğunu öğrenmiştik. Bir de atomdan küçük hangi tanecikler vardı?” Öğrencilerden cevaplar alındıktan sonra tahtaya bir atom modeli çizilir. Model üzerinden bir sonraki aşamada çeşitli sorular sorulacaktır.
- “Şimdi bilim insanlarını dedektifler gibi düşünebiliriz. Çözmek istedikleri bir gizem var. Maddenin en küçük parçacığı nedir ve bu tanecik hangi yapılardan oluşur? Bir önceki derste elektron, proton ve nötronu öğrendik.” Bu tanecikler kısaca tekrar edilir. “Peki bilim insanları proton ve nötronun çekirdekte, elektronun da çekirdeğin etrafındaki katmanlarda bulunduğunu aynı anda mı öğrenmişlerdir? Ya da başlangıçta gözlemlerini ve ipuçlarını yanlış yorumlayarak yanlış bilgiye ulaşmış olabilirler mi?” Öğrencilerin bilimsel keşiflerin bir süreç gerektirdiği ve bazen eksik ya da hatalı bilgilere ulaşılabilmesine yönelik zihinsel olarak hazır olma durumları anlaşılır.

- **“Tartışmalarımızdan yola çıkarak bir sonuca ulaşmak istersek; bilim insanları atomla ilgili tüm bilgileri bir anda mı keşfetmiştir?”** Öğrencilerden bilgiyi keşfetmenin bir süreç gerektirdiğine yönelik cevaplar beklenmektedir.
- Öğrencilere atomla ilgili gelişmeleri içeren bilgi kartları dağıtılır. Öğrenciler burada altılı gruplar halinde çalışacaklardır. Grupların kartlarda yazan bilgileri okumaları ve kronolojik olarak sıralamaları istenir. **“Size atomla ilgili yapılmış çalışmaları içeren kağıtlar dağıtacağım. Altılı gruplar halinde çalışacağız. Bu kağıtlarda yazanları grup arkadaşlarınızla okuyup tartışmanızı, anlamanızı ve kronolojik olarak sıralamanızı istiyorum. Daha sonra her bir grup üyesi bir modeli geliştiren bilim adamı rolünü yaparak bize geliştirdiği atom modelini sunacak.”** Bunun için öğrencilere 9-10 dakikalık bir süre verilir. Bundan sonraki süreç gruplarla beraber yürütülür. Her gruptan bir öğrenci çıkarak seçtiği atom modelini sunar.
- **“Hep beraber atomla ilgili geçmişten günümüze kadar olan görüşleri öğrendik. Atomun yapısı ile ilgili ileri sürülen görüşlere atomun yapısı ve içeriğine yönelik fikir verdiği için biz bunlara atom modeli diyoruz. Sizden istediğim verilen kartları tekrar gözden geçirmeniz ve ileri sürülen modellerin kendisinden önce gelen hangi fikri değiştirdiğini belirlemeniz.”** Öğrencilere bunun için 5-6 dakika süre vermek yeterli olacaktır. Öğrenciler etkinliği anlamazlarsa ilk model örnek olarak gösterilebilir. Grup olarak tartışabilirler ancak bireysel olarak onlara verilen kağıtları doldurmaları istenir. Öğrencilere ilk atom modelinin hangisi olduğu sorulur. **“İlk olarak hangi model ileri sürülmüş kim söylemek ister?”** Bir öğrencinin görüşü alınır, sınıfın geri kalanına farklı bir görüş sahip olanın olup olmadığı sorulur. **“Arkadaşınız söylediklerine ekleme yapmak isteyen ya da yanlış olduğunu düşündüğünüz bir yer var mı?”** Her bir modelle konuşulurken arkadaşının eksik kalan ya da hatalı olarak söylediği yeri düzeltmek isteyen öğrencilere söz verilir.
- **“Atomla ilgili elde edilen bilgiler yıllar içinde değişmiş, zamanla hem bazı bilgilerin yanlış olduğu ortaya çıkmış hem de doğru olan bilgilerle ilgili daha detaylı bilgilere ulaşılmış. Peki, sizce atomla ilgili çalışmalar bitmiş olabilir mi?”** Öğrencilerin atomla ilgili çalışmaların hala devam ettiğini, elde edilen bilgilerin her şeyi tamamen açıklamadığına yönelik cevap vermeleri beklenmektedir. Öğrencilerin bu soruya yönelik cevaplarını önce yazılı olarak ifade etmeleri daha sonra arkadaşları ile paylaşmaları istenir. Yazarken kendi düşüncelerini de gözden geçirme fırsatı bulurlar. Öğrencilerin çalışmaların devam ettiği görüşünde birleşmeleri sağlanır. **“Atomla ilgili çalışmaların devam ettiğine yönelik hem fikiriz. Neden devam ediyor sizce? Şu an bildiğimiz bilgiler değişebilir mi?”** Öğrencilerin cevapları alınır. Öğrencilere yardımcı olmak adına daha önce konuşulan durumlardan örnekler verilebilir. **“Atomun yapısını daha detaylı öğrenmek için çeşitli çalışmalar yürütüyorlar. Bilim insanları atomla ilgili bilmediğimiz şeylerin bildiklerimize kıyasla çok fazla olduğunu söylüyorlar. Yani atomla ilgili çok az şey biliyoruz. O zaman şu an bilim insanlarının bu problemi çözmek için çeşitli ipuçları topladığını söyleyebilir miyiz? Peki, bulacakları bilgilerin şimdi bilinen şeyleri değiştirme ihtimali olabilir mi?”** Öğrencilerin fikirleri alınır. Eğer değişebileceğine yönelik bir cevap açığa çıkmazsa Thomson atom modeli örnek verilebilir. **“Thomson atom modelini hatırlayın. Artı ve eksi yüklerin atomun içine dağıldığını söylüyordu. Halbuki sonra görüldü ki artı yükler atomun ortasında çekirdekte yer alırken, elektronlar katmanlarda bulunmaktadır. Ya da Dalton atom modelini düşünün. Atomun parçalanamayacağını söylemişti. Ancak sonra yapılan çalışmalarda atomun parçalanabileceği söylendi. Bu bilgilerden yola çıkarak yapılacak olan çalışmaların atoma yönelik şu an bildiklerimizi değiştirebileceğini söyleyebilir misiniz?”** Öğrencilerin açık örneklerden yola çıkarak bir sonuca ulaşmaları sağlanır.
- **Peki bilim insanlarının yıllar içinde elde ettikleri bilginin değişmesine yol açan faktörlerin neler olduğunu düşünüyorsunuz?** Öğrencilerden teknolojiye gelişmelerin artması, daha çok insanın bu konu üzerine çalışması ve dolayısıyla daha fazla çalışma yapılmasının bilgilerin denenmesine yol açtığını söylemeleri beklenmektedir. Doğrudan bu cevapları vermeseler dahi cevaplarından yola çıkarak yönlendirici sorularla cevaplara ulaşmaları sağlanabilir.

- Bilim insanları bir problemi çözmek için çeşitli çözüm yolları üretirler. Bu problemi çözmek için bilim insanlarının sunduğu geçici çözüm yoluna hipotez denir. Problemi çözmek için önerilen cevap ya da çözüm diyebiliriz. Hipoteze dayalı birçok deney ve gözlem yapılır. Deney ve gözlemler her defasında hipotezi doğrularsa hipotez teoriye dönüşür. Teoriler bir bilimsel bilgidir. Birçok deney ve gözleme dayanırlar. Mesela modern atom teorisini bir teori örneği olarak verebiliriz. Bu teoriye yönelik birçok deney yapılmıştır ve şu an atomu en iyi açıklayan teoridir. An önce atomla ilgili yeni bilgiler açığa çıkması durumunda bildiklerimizin değişebileceğini söylemiştik. Bu durumda teoriler değişebilir mi? Öğrencilerden atomla ilgili öğrendikleri özel örneği genele yaymaları beklenir.

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- “Bilim insanlarının yıllar içinde önerdiği atom modellerini gördük. Bazı modellerde proton ve elektron atomun içine dağılmış olarak gösterilmişken bazılarında da proton ve nötron çekirdekte, elektron çekirdeğin etrafında tasvir edilmiştir. Ama en eski model de olsa şimdi kabul ettiğimiz model de olsa bilim insanları atom modellerini geliştirirken hiçbir zaman yaptıkları modelin gerçeğe bire bir benzediğini iddia etmemişlerdir? Bu konu hakkındaki düşüncelerinizi önce kağıtlarınıza yazın, daha sonra sınıfta beraber tartışalım.” Öğrencilerin atomun gözle görülemeyecek kadar küçük olduğunu ve yapılan modellerin sadece birer benzetim olduğunu, ayrıca modellerin gerçeğinden çok büyük olduğunu ifade etmeleri beklenir.

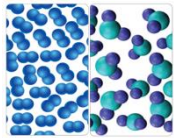
MOLEKÜL VE MOLEKÜL MODELLERİ

F.7.4.1.3. Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder.
F.7.4.1.4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler, daha önce öğrendikleri becerileri kullanacakları için yeni beceri tanıtımı olmayacaktır.

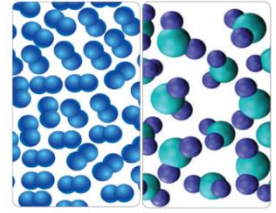
AKTİF DÜŞÜNME



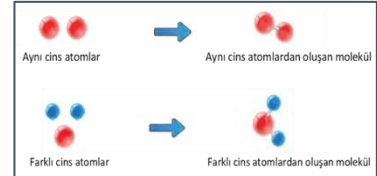
- Yandaki resim gösterilerek resmin benzerlikleri ve farklılıkları üzerine konuşulur. “Elimdeki iki resmin benzer ve farklı noktalarını nelerdir? Önce benzer noktasını sonra da farklı olan noktaları söyleyelim.”
- Öğrencilere molekül, element ve bileşik tanımlarının yazdığı tanım kartları dağıtılır. “Size yeni öğreneceğimiz konudaki temel kavramların tanımlarını içeren kartlar dağıtıyorum. Önce, molekül, bileşik ve elementin tanımlarını inceleyin. Sonra her bir kavram için tanımda yer alan özellikleri kartın altına sıralayın.” Öğrenciler özellikleri belirledikten sonra her bir kavram üzerinde tek tek durulur, kavramın tanımı, özellikleri ve birbirlerinden farkının öğrenciler tarafından ifade edilmesi sağlanır.

Molekül: Aynı ya da farklı atom ve ya iyonların bir araya gelmesiyle oluşan yapıdır. Yandaki molekül tanımlarına göre yandaki molekülün özelliklerini yazınız. • • •
Element: Aynı atomlardan oluşan saf maddelerdir. Yandaki element tanımlarına göre yandaki elementin özelliklerini yazınız. • • •
Bileşik: Farklı atomlardan bir araya gelmesiyle oluşan saf maddelerdir. Yandaki bileşik tanımlarına göre yandaki bileşiğin özelliklerini yazınız.

- Konunun başında gösterilen resim tekrar gösterilerek öğrencilerin görüşleri alınır. “**Öğrendiğiniz kavramları düşünerek resimleri tekrar incelediğinizde neler söyleyebilirsiniz? Resimlerden hangisi aynı tür atomlardan hangisi farklı tür atomlardan oluşmuştur? Hangisi element hangisi bileşiktir? Molekül olarak düşündüğümüzde nasıl karşılaştırırsınız?**” Resimleri birbirlerinden ayırt etmelerini sağlayacak şekilde sorular sorulur. “**Resimlerin ikisi de birer molekül örneğidir. Birinci resimdeki molekül aynı tür atomlardan olmuşken, ikinci resimdeki ise farklı cins atomlardan oluşmuştur.**”



- Öğrencilere yandaki materyal dağıtılır. Önce öğrencilerin materyalle ilgili yorumları alınır. Daha sonra diğer öğrencilerin arkadaşlarının düşüncesine katılıp katılmadığı sorulur. “**Resimleri inceleyelim. Üstteki resimde iki tane aynı türden atom bir araya gelerek aralarında bağ oluşuyor. Element tanımını hatırlayalım. Aynı tür atomların oluşturduğu saf maddelerdir.**



- İlk resim de aynı tür atomlardan oluşuyor. Biz bu tür moleküllere element molekülü diyoruz. Altındaki resimde ise 3 tane atom var. Atomlardan ikisi aynı iken bir tanesi farklıdır. Bu üç atom arasında da bir bağ oluşuyor. Bileşikte de farklı tür atomlar bir araya geliyorlardı. İkinci resimdeki molekülde farklı tür atomlarda olduğu için biz bunlara bileşik molekülü diyoruz.” Element molekülü ve bileşik molekülünün ne olduğu öğrenciler tarafından tekrar edilebilir. Şekilde görüldüğü gibi 2 ya da 3 tane atom içeren molekül olduğu gibi daha fazla sayıda atom içeren moleküller de olabilir.

- “**Şimdi size kendi moleküllerinizi çiziniz. Bir tarafa element molekülü bir tarafa da bileşik molekülü çizmenizi istiyorum.**” Kağıtlar öğrencilere dağıtıldıktan sonra öğrencilere çizimlerini yapmaları için 5-6 dakika süre verilir. Çizimlerini tamamlayan öğrenciler grup arkadaşına kendi molekülünün kaç tane atom ve kaç çeşit atomdan oluştuğunu söyler, grup arkadaşı da bunu kontrol eder (Düşün-Eşleş-Paylaş etkinliği). “**Çizimlerini tamamlayanlar grup arkadaşına molekülü tanıtıyor. Tanıtırken, molekülünüzün kaç tane ve kaç çeşit atomdan oluştuğunu ifade ediyor. Arkadaşınız da dedikleriniz kontrol ediyor. Sonra rolleri değişiyorsunuz. O kendi molekülü anlatıyor, siz onun dediklerini kontrol ediyorsunuz. Arkadaşınızın yaptığı çizim doğru başlığın altında ise çizimin altına “+” işareti koymanızı, değilse çizimin altına “-” işareti koymanızı istiyorum.**” Öğrenciler bu işlemi tamamladıktan sonra onlara farklı renklerde oyun hamuru ve kürdan vererek çizdikleri molekül çizimlerini model şekline getirmeleri istenir. “**Size dağıtacağım kürdan ve hamurlarla çizdiğiniz molekülü üç boyutlu hale getirmenizi istiyorum. Verdiğim hamur ve kürdan neleri temsil ediyor?**” Öğrenciler bu soruya rahatlıkla cevap vereceklerdir. Öğrenciler modellerini yaptıktan sonra çizimleri ile üç boyutlu modelin aynı olup olmadığı grup arkadaşları tarafından kontrol edilir. “**Modellerinizi hazırladınız, şimdi sizden istediğim tekrar grup arkadaşınızın çizimi ile modelinin birbiri ile uyumlu olup olmadığını belirlemeniz. Daha sonra rolleri değişeceksiniz. Eğer arkadaşınızın çizimi ile modeli uyumlu ise kağıdın arkasına “çizim ve model birbiri ile uyumlu”, değil ise “çizimle model birbiri ile uyumlu değil” şeklinde yazmanız ve uyumlu olmayan yeri belirtmeniz gerekiyor.**” Öğrenciler arkadaşlarının çizimlerini ve modellerini gerçekten inceleyerek değerlendirir.

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin konuya yönelik farklı örnekler görmelerini sağlamak için öğrencilere çalışma kağıdı dağıtılır. “**Size çeşitli molekül örneklerini içeren bir kağıt dağıtıyorum. Moleküllerin kaç çeşit atom, kaç farklı atom içerdiğini ve element mi bileşik molekülü mü olduğunu yazacaksınız.**” Öğrencilere bu etkinlik için 4-5 dakika vermek yeterli olacaktır. Öğrenciler kendileri cevapladıktan sonra yanlarında oturan arkadaşlarıyla kağıtlarını değiştirerek arkadaşının cevabını kontrol eder ve tablonun sağında yer alan D/Y kutucuğuna işaretler.

- Çalışma kağıdındaki sorular büyük sınıf tartışması ile cevaplanır, farklı düşünen grupların neden bu şekilde düşündükleri sorgulanır. **“Neden bu şekilde düşündünüz? İkinizde mi aynı şekilde düşündünüz? Farklı düşünen fikrini neden değiştirdi ya değiştirmede?”** Bu sayede öğrencilerin birbirlerini bilimsel olarak ikna edebilme durumları belirlenmiş olur.

ELEMENTLER

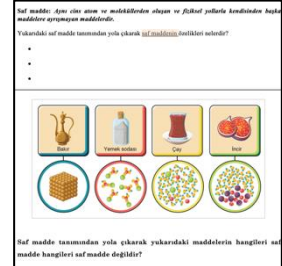
F.7.4.2.2. Periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin (altın, gümüş, bakır, çinko, kurşun, civa, platin, demir ve iyot) isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını ifade eder.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla yaptıkları sınıflama becerilerine yönelik bir hatırlatma etkinliği ile başlanır. Sembollerin günlük hayatımızda önemli bir yer tuttuğuna yönelik çıkarımda bulunmaları sağlanır. **“Rakamları düşünmenizi istiyorum.”** Tahtaya bütün rakam yazılır (1 rakamı üzerinden örneklendiriyorum). **“1 rakamını düşünün. Türkçede biz bu şekle bir diyoruz, İngilizce one, Fransızca un denilmekte. Biz bir rakamını bu sembolle ifade etmeseydik ne gibi sorunlar açığa çıkabilirdi?”** Öğrencilerin anlamakta sıkıntı yaşadık, işlemleri yapamazdık gibi sorunları ifade etmesini bekliyoruz. Bu doğrultuda da sembollerin sağladığı faydaların neler olabileceğine yönelik düşüncelerini de ifade etmeleri beklenir.
- Tahtaya yazılan rakamlardan çift sayıların altı çizilerek **“bu sayılara ortak bir isim vermek isterseniz ne derdiniz?”** sorusu yöneltilir. Öğrenciler kolaylıkla çift sayı diyecektir. **“Benzer şekilde tek sayılar ya da asal sayılar gibi ortak ifadeler bizim ortak kategoriler oluşturmamızı ve bu ortak kategoriler içerisinde aradığımızı daha kolay bulmamızı sağlar.”**
- **“Bu duruma büyük marketleri de örnek verebiliriz. Marketler reyonlara ayrılmıştır. Bakliyat, şarküteri, temizlik gibi. Biz mercimek alıcaksak bunu temizlik reyonunda aramayız. Bu tür gruplamalar bizim hayatımızı kolaylaştırır. Bu derste de buna yönelik bir etkinlik yaparak dersi öğrenmeyi kolaylaştıracaktır.”**

AKTİF DÜŞÜNME

- Öğrencilere bir önceki konu olan molekül, element ve bileşik ile ilgili hatırlatmalar yapılır. Molekülün ne olduğu, bileşik ve element molekülü arasındaki farklar ifade edilir. Daha sonra öğrencilere saf madde kavramının tanımı öğrenmeleri için bilgi kartları dağıtılır. **“Şimdi size saf madde kavramının ne olduğunu anlatan bilgi kartlarını dağıtıyorum. Yazan tanımı okumanızı ve saf maddenin özelliklerini belirlemenizi istiyorum.”** Öğrenciler cevaplarını yazdıktan sonra büyük sınıf tartışması ile saf maddenin ne olduğu konusunda ortak fikirlere ulaşılır. **“Resimlerden hangilerinin saf madde hangilerinin saf madde olmadığını yazınız.”** Yemek sodasının moleküler halde olması kafalarını karıştırabilir ancak tanımı doğru kavramışlarsa cevaba ulaşılacaklardır. **“Bakır, aynı cins atomlardan; yemek sodası ise aynı cins moleküllerden oluşmuştur. Bu nedenle bu maddeler saf madde olarak nitelendirilir. Çay ve incir ise farklı cins atom ve moleküller içerdiği için saf madde değildir.”**

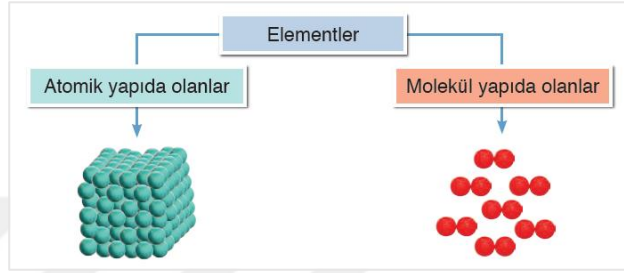


- **“Saf madde tanımından yola çıkarak daha önce öğrendiğimiz element ve bileşiğin birer saf madde olup olmadığı hakkında neler söyleyebilirsiniz?”** Öğrenciler rahatlıkla elementin bir saf madde olduğunu söyleyeceklerdir. Ancak bileşiğin farklı atomlar içermesi kafalarını karıştırabilir.

Ek sorularla ve açıklamalarla doğru cevaba ulaşacaklardır. “Market örneğini hatırlayın. Saf maddeyi bir markete benzetirsek bir reyona elementler diğer reyona bileşikler diyebiliriz.”

- “Bugün saf maddelerden elementi öğreneceğiz. Elementler aynı tür atomlardan oluşan saf maddelerdir. Element kavramını ilk defa fen dersinde duyduğunuzu düşünmüyorum. Bildiğiniz element örnekleri nelerdir?” Öğrencilerin burada element olan ya da olmayan çeşitli örnekler verebilirler. “Aynı cins atomlardan oluşan saf maddelere element adı verilir. Demir, bakır, gümüş, altın, oksijen ve hidrojen birer elementtir. Günlük yaşamda kullanılan kaşık, çatal gibi eşyaların; araba, bilgisayar gibi araçların yapımında elementler kullanılır. Kanın yapısından, kemiklerin yapısına kadar pek çok yerde elementler vardır. Kısacası çevrenizde gördüğünüz her şey elementlerin farklı biçimlerde bir araya gelmesiyle oluşmuştur.”

- Öğrencilere atomik ve moleküler yapıda olan elementlerin farklı olduğunu belirtmek için yandaki resim kullanılabilir. “Bir elementi oluşturan bütün atomlar birbiriyle özdeşdir. Farklı elementleri oluşturan atomlar ise birbirinden farklıdır. Elementlerden bazıları atomlardan oluşurken bazıları moleküllerden meydana gelir.”



“Fosfor elementini düşünelim. Farklı dillerde farklı şekilde ifade ediliyor. Bu durum bir problem oluşturuyor mudur? Bu problemler neler olabilir?” öğrencilerin rakamlarla yapılan konuşmalardan yola çıkarak iletişim problemi yaşanabileceğine yönelik fikir üretmeleri beklenir. “Bu duruma çözüm bulmak için ne gibi çözüm yollarının önerildiğini düşünüyorsunuz?” Öğrenciler sembol, rakam ya da şekil gibi cevaplar verebilirler. “Günümüzde 120’ye

yakın element olduğu bilinmektedir. Birçok dilde element sembollerinin okunuşu farklıdır. Yukarıdaki resimde gördüğünüz gibi “P” sembolü ile gösterilen elementin okunuşu 5 farklı ülkenin dilinde farklı şekillerde okunmuştur. Bu karışıklığın giderilmesi amacıyla elementlerin sembolleri, bilimde ortak dil olsun diye Latince adlarındaki ilk harf kullanılarak belirtilir.” Tahtaya Hidrojen ve Helyum elementlerinin sembolleri yazılır. “Tahtaya yazdığım sembollerden biri hidrojenin, diğeri ise helyum elementinin sembolü. Hidrojeni sadece H harfi ile gösterirken helyumu neden He şeklinde gösteriyor olabiliriz?” Öğrencilerin düşünceleri alınır, makul öğrenci cevapları kabul edilir. “Eğer aynı harfle başlayan başka bir element varsa bu defa element adında yer alan bir harf daha sembolde kullanılır. İlk harf büyük, ikinci harf ise küçük olarak yazılır. Az önce verdiğimiz fosfor örneğini tekrar düşünelim. Fosforun simgesi P, benzer şekilde kurşun elementinin simgesi ise Pb.”

- “Tüm anlatılardan yola çıkarak elementleri semboller ile ifade etmenin sağladığı faydalar nelerdir?” Öğrencilerin rahatlıkla dünya ülkelerinde ortak bir dil oluşturmak ve iletişimi kolaylaştırmak için elementlerin sembollerle gösterildiği çıkarımına ulaşabilirler.

- Öğrenciler gruplar halinde çalışarak onlara dağıtılan element kartlarına çalışırlar. Elementlere çalışmak için öğrencilere 10-12 dakika süre verilir (daha da fazla olabilir, çünkü çok fazla element var). “Şimdi sizlere elementlerin sembollerini ve kullanım alanlarını içeren kartlar dağıtacağım. Sizden istediğim kağıtlara dikkatlice çalışmanız çünkü daha sonra bir oyun oynayarak ne kadar öğrendiğinizi ölçeceğiz.” Öğrencilere kartlara

Element kartlarını inceleyiniz. Elementleri ortak kullanım alanlarına göre gruplandırınız.	
Kategoriler	Elementler
Tarımda kullanılan elementler	
Cam yapımında kullanılan elementler	
Tıpta kullanılan elementler	

çalıştıktan sonra ortak kullanım alanına sahip elementleri belirlemeleri istenir ve çalışma yaprağı dağıtılır. Öğrencilerin elementlerin ortak noktalarını belirlemek biraz süre alabilir. Ancak bu şekilde gruplama işlemi hatırlamayı kolaylaştırır. **“Size dağıtılan çalışma kağıtlarına bakın. Sizden istediğim elementleri kullanım alanlarına göre gruplamamız. Kağıtta örnek grup adları verilmiş. Siz hem gruplara ait elementleri yazacaksınız hem de yeni ortak noktalar bulup gruplara isim vereceksiniz.”** Öğrenciler için kağıtta verilen grup isimleri örnek olacaktır ancak anlamamaları durumunda bir tanesi tüm sınıfa gösterilebilir ya da sayıları tek, çift ve asal olarak gruplamaları da örnek olarak sunulabilir. Öğrenciler gruplama işlemini tamamlayınca büyük sınıf tartışması ile öğrencilerin ortak kategorileri ve elementleri belirlenir.

- Daha sonra sınıf iki gruba ayrılır ve “Ben Kimim?” etkinliği gerçekleştirilir. Öğrenciler karşılıklı tek sıra halinde dizilirler. Bir sıranın başındaki öğrenci bir element seçer, karşıdaki öğrenci çeşitli sorular sorarak diğer öğrencinin hangi elementi seçtiğini bulmaya çalışır. Öğrencilere yeterli süre verildikten sonra oyunun kuralları anlatılır. **“Karşılıklı iki grup oluşturacaksınız. Gruptaki ilk öğrenci bir element seçecek ve karşısındaki öğrenciye seçtiği elementin bir özelliğini söyleyip ben kimim sorusunu yöneltecek. Karşısındaki ilk özellikten bilemezse başka bir özelliğini söylemesini ister. Ancak bu soru başka özelliği nedir şeklinde değil cam yapımında kullanılıyor mu ya da uçak yapımında kullanılıyor mu şeklinde olmalı. Bu element bilinene kadar devam eder. Daha sonra sıra diğer gruba geçer.”**

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin ikiyeşerli gruplar halinde çalışarak bir hikaye yazmaları istenir. **“Bugün öğrendiğimiz en az 5 elementi belirlemenizi ve bu elementleri de içeren bir hikaye oluşturmanızı istiyorum.”** Hikayelerin çok uzun olmasına gerek yok. Daha sonra sınıf içinde hikayeler okunur ve diğer arkadaşları elementlerin kullanım alanlarını değerlendirir.

Öğrendiğiniz elementlerin en 5 tanesini kullanarak bir hikaye yazınız.
Hikayemde kullandığım elementler:

BİLEŞİKLER

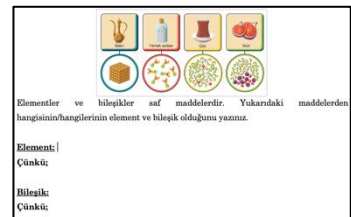
F.7.4.2.3. Yaygın bileşiklerin formüllerini, isimlerini ve bazı kullanım alanlarını ifade eder.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler daha önce öğrendikleri düşünme becerilerini kullanacakları için yeni bir beceri tanıtımı yapılmayacaktır.

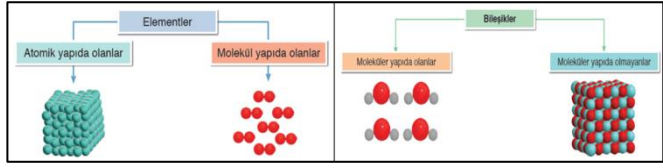
AKTİF DÜŞÜNME

- Öğrencilere bir önceki konu olan molekül, element ve bileşik ile ilgili hatırlatmalar yapılır. **“Saf maddeler, aynı cins atom ya da moleküllerden oluşan ve fiziksel yollarla kendinden başka maddelere ayrılamayan maddelerdir. Element ve bileşiğin birer saf madde olduğunu öğrenmiştik. Size geçen ders dağıttığımız resimlere tekrar bakmanızı istiyorum. Hangileri saf maddeydi?”** Öğrenciler kolaylıkla bakır ve yemek sodasını ifade edeceklerdir. **“Peki, bu resimlerin hangisi element hangisi bileşiktir? Cevaplarınızı kağıtlarınıza yazın.”** Elementleri bir önceki ders öğrendikleri için bakıra rahatlıkla element, yemek



sodasına ise bileşik diyeceklerdir. “Doğada pek çok bileşik vardır. Yemeklere konulan tuz, çaya atılan şeker, temizlikte kullanılan sabun, temel yaşam kaynağımız olan su, bileşiklere örnek olarak verilebilir.”

- Öğrencilere moleküler yapıda olan ve moleküler yapıda olmayan bileşiklerin farklı olduğunu belirtmek için yandaki resim kullanılabilir. “Resimlere baktığınızda bileşiklerin moleküler yapıda olanlar ve moleküler yapıda olmayanlar şeklden ikiye ayrıldığını görüyorsunuz. Siz resimlere baktığınızda aralarındaki farklar hakkında neler görüyorsunuz?” Öğrenciler renk, şekil ve sayı üzerinden farklılıkları ifade edebilir.



- “Molekül yapıli bileşikler, iki veya daha fazla atom moleküllerinden meydana gelen bileşiklere denir. Bu bileşikler moleküllerden meydana gelir. Molekül yapıli olmayan bileşikler, atomların bir yığın şeklinde dizilen bileşiklerdir. Bu bileşikleri oluşturan yığınlardaki atomlar sayılamayacak kadar çoktur. Moleküler yapıdaki bileşikleri oluşturan, moleküllerdeki atomlar sayılabilir. Molekül yapıli olmayan bileşiklerde maddenin büyüklüğüne göre atom sayıları değişebilirken, molekül yapıli bileşiklerde moleküldeki atom sayıları sabittir değişmez.”

- Tahtaya H₂O formülü yazılarak bu formülün suya olduğu ifade edilir. “Bu formüle bakarak bileşiğı oluşturan elementlerin miktarları hakkında ne söyleyebilirsiniz?” Farklı bileşik örnekleri de yazılabilir. “Bileşiklerin formüllerine bakılarak bunların hangi elementlerden oluştuğı ve kaç atom içerdiği anlaşılabilir. Örneğin, suyun formülü H₂O’dur. Bu formül, suyun, 1 oksijen ve 2 hidrojen atomundan oluştuğunu gösterir. Şimdi kağıtlarınızdaki bileşiklerin içinde hangi element olduğunu ve elementlerin sayısını yazınız.”

Aşağıdaki bileşikleri oluşturan elementleri ve sayılarını yazınız.	
H ₂ O	:
CO ₂	:
SO ₂	:
NaCl	:
C ₆ H ₁₂ O ₆	:
NH ₃	:
C ₂ H ₅ OH	:

- “Tablodaki örneklerden yola çıkarak elementlerin bileşiklerde bulunma durumları hakkında ne söyleyebilirsiniz? Bir element sadece bir tane mi bileşik oluşturabilir? Örneğin; oksijen elementi sadece tek bir elementle mi bileşik oluşturur? Cevabınızı kağıtlarınıza yazınız.” Bir elementin farklı elementlerle bileşik oluşturabileceğini ifade ediyor olabilmeleri gerekir. “Oksijen elementi farklı elementlerle farklı bileşikler oluşturabilir, yani oksijen atomu sadece hidrojen ya da karbonla bileşik oluşturur diyemeyiz.” Bir elementin farklı bileşiklerle farklı sayıda atom içerebileceğine yönelik çıkarımda bulunmalarını sağlamak için “Su bileşiğinde 1 oksijen atomu varken, karbondioksit bileşiğinde 2 oksijen atomu bulunmaktadır. Oksijen elementi tüm bileşikte her zaman aynı miktarda mı bulunur? cevaplarınızı kağıtlarınıza yazınız.” sorulur. Elementlerin farklı bileşiklerde farklı miktarda olabileceğı çıkarımına ulaşmaları sağlanır. “Elementler, farklı bileşiklerde farklı miktarlarda bulunabilir. Oksijen, hidrojenle yaptığı su bileşiğinde her zaman bir atomla yer alır, karbonla yaptığı ise iki atomla. Hatta oksijenin karbonla farklı sayıda atomla yaptığı bileşiklerde bulunmaktadır (CO₃).”
- “Su bir bileşiktir. Su bileşiğinde, hidrojen ve oksijen olmak üzere iki farklı element vardır. Hidrojen elementi yanıcı bir gaz, oksijen elementi ise yakıcı bir gaz olmasına karşın oluşan su bileşiğı, söndürücü sıvı özelliğine sahiptir. Bu bilgilerden yola çıkarak bir sonuç çıkarabilir misiniz?” Öğrencilerden verilerden yola çıkarak bir sonuca ulaşmaları beklenmektedir. Hiç ipucu vermeden öğrencilerin sonuca ulaşmaları zor olabilir. Düşünmeleri için süre verdikten sonra “Bileşik, kendisini oluşturan elementlerin özelliklerini taşır mı taşımaz mı?”
- “Bir önceki ders elementler için öğrendiğimiz gibi bileşikler de formülle gösterilir. Formülle gösterimin faydaları nelerdi?” Öğrencilerin bir önceki konuda öğrendikleri bilgiyi bu konuya

transfer etmelerini bekliyoruz. Tahtaya bir bileşik bir tane de element formülü yazılır. “İki formülü karşılaştırdığımızda farklılıklar nelerdir?” Öğrenciler birden fazla elementin olması ve rakamların da formülde yer almasını ifade edeceklerdir. “Element formülünden farklı olarak bileşik formüllerinde birden fazla element formülü bulunur ve bu elementin ne kadar bulunduğuna yönelik rakam da yer alır.”

- “Elementlerin gösterimlerine sembol derken, bileşiklerin gösterimine formül denir.” Öğrenciler ikisi arasındaki farkı anlamaları için ifade edilebilir.
- “Sizlere yaygın olarak kullanılan bileşiklerle ilgili kartlar dağıtıyorum. Kağıtlara bir süre çalışın. Geçen ders oynadığımız Ben Kimim? Oyununu tekrar oynayacağız.” Çalışmak için öğrencilere 7-8 dakika süre verilir. Daha sonra sınıf iki gruba ayrılır ve “Ben Kimim?” etkinliği gerçekleştirilir. Öğrenciler karşılıklı tek sıra halinde dizilirler. Bu sefer soruyu soran öğretmendir (bileşik sayısı az olduğu için). “Karşılıklı iki grup oluşturacaksınız. Ben bileşiğin bir özelliğini söyleyeceğim ilk elini kaldıran bileşiğin ne olduğunu tahmini söyleyecek. Bilemezse sıra rakibine geçecek.”

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin hem bileşiklerin hem de elementlerin formüllerini doğru öğrenip öğrenmediklerini belirlemek için tombala oyunu oynanır. Öğretmen keseden bir kağıt çekerek öğrencilere söyler, öğrenciler de söylenen maddenin formülü eğer kağıtlarında varsa o kutucuğu kapatır. “Bu etkinliği bireysel yapacaksınız. Ben keseden bileşik ya da elementin yazılı olduğu kağıdı çekip size söyleyeceğim, siz de sessiz bir şekilde sizde varsa üzerini kapatacaksınız. Elindeki kartı en hızlı ve en doğru şekilde bitiren birinci olacak.”

KARIŞIMLAR

F.7.4.3.1. Karışımları, homojen ve heterojen olarak sınıflandırarak örnekler verir. Homojen karışımların çözelti olarak da ifade edilebileceği vurgulanır.

F.7.4.3.2. Günlük yaşamda karşılaştığı çözücü ve çözünenleri kullanarak çözelti hazırlar.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler bu konuda önceki konularda öğrendikleri becerileri kullanacakları için ısınma çalışması planlanmamıştır.

AKTİF DÜŞÜNME

- Bir önceki konunun tekrarı ile başlanır. “En son sizlerle elementler ve bileşikler konusunu öğrenmiştik. Bu kavramları tekrar edelim. Element ve bileşik neydi?” Öğrencilere bileşikler konusunda verdikleri yanlış örnekler üzerinden karışım kavramı ifade edilir. “Size bileşiklere örnek verin dediğimde siz toprak, hava gibi maddeleri saydınız. Ancak öğrendik ki toprak ve hava bir bileşik değil. Element olmadığını da biliyoruz. Element ve bileşikler saf maddelerdir, ancak çevremizde birçok saf olmayan madde de bulunmaktadır. Maddelerin çoğu, birden çok maddenin bir araya gelmesiyle oluşur. Biz bunlara karışım demekteyiz. Önce size dağıtılan kağıttaki karışım tanımını analiz edelim, sonrasında tablodaki örneklerin hangisinin karışım olduğunu belirleyelim.” Öğrencilere cevaplamaları için yeterli süre verildikten sonra bütün sınıfla beraber üzerine konuşulur.

Karışım: İki veya daha fazla maddenin birbirleri içerisinde kendi özelliklerini kaybetmeden rastgele miktarlarda dağılmasıdır.

•
•
•

Aşağıdaki tabloda yer alan maddelerin hangileri karışım örneğidir? Tabloda örneklerin karşısına yazınız. Karışım olmadığını düşündüğünüz maddelerin neden karışım değildir?

Örnekler	Karışım mı?	Neden Karışım? / Neden Karışım Değil?
Limonlu su		
Hava		
Alın		
Kahve		
Su		
Salata		

- “Çorba, köfte, salata gibi yiyecekler; limonata, meyveli süt gibi içecekler birden çok madde içerir. Sizin geçen ders örnek verdiğiniz hava, birçok elementin ve birleşimin karışımıdır.” Öğrencilerde karışım kavramı ile ilgili genel bir kanı oluşacaktır. “Tablodaki örneklerde havaya da karışım dedik salataya da. İkisini de oluşturan maddelerin görünürlüğü hakkında ne söyleyebilirsiniz?” öğrencilerin salatadaki maddelerin ayırt edilebildiğini ancak havadakilerin ayırt edilemediğini söylenmesi beklenmektedir. Öğrencilerin düşüncelerini aldıktan sonra çalışma kağıdı dağıtılarak kavramların özelliklerini belirlemeleri istenir. “Size homojen ve heterojen karışım kavramlarının yer aldığı kağıdı dağıtıyorum. Tanımlarını okuyarak özelliklerini belirlemenizi istiyorum. Sonra beraber tartışacağız.” Öğrencilere 3-4 dakika verildikten sonra kavramlarla ilgili tespit ettikleri özellikleri söylemeleri istenir. “Karışımlar en iki maddenin kendi özelliklerini kaybetmeden rastgele dağılması sonucu oluşuyordu. Hava ve salata örneklerini tekrar düşünmenizi istiyorum. Bu örneklerden hangisi heterojendir hangisi homojendir?” Öğrenciler büyük ihtimalle doğru şekilde ayrımı yapabileceklerdir. “Salatayı düşünün. İçine istediğimiz sebzeyi istediğimiz miktarda ekleyebiliriz ve görüntüsü bir bütünlük oluşturmaz. Ancak hava öyle değildir. Tek bir maddeden oluşmuş gibi görünür.” Öğrenciler hava örneğinde bulutları sorabilirler. Onlara bulutları ayrı bir madde olduğu hava oluşurken içeriğine katılmadığı söylenebilir.

Heterojen karışım: Karışım oluşturan maddelerin her yere eşit olarak dağılmadığı ve dışardan bakıldığında birden fazla madde içerdiği fark edilebilen karışımlardır.

•
•
•

Homojen karışım (Çözelti): Her tarafında aynı özelliği gösteren ve tek bir madde gibi görünen karışımlardır.

•
•
•

- Öğrencilerden çalışma yaprağındaki resimleri homojen ve heterojen olarak belirlemeleri istenir. Öğrencilerin resimlerden taneciklerin askıda kalması ile oluşan karışımlarda (yumurta akı gibi) zorlanabilirler. Öğrencilere 3-4 dakika süre verdikten (düşün-eşleş-paylaş) sonra büyük sınıf tartışması ile tek tek resimler üzerine konuşulur. Resimlerin kategorileri belirlendikten sonra karışımların genel özellikleri hakkında çıkarımda bulunmalarını sağlayacak sorular yöneltilir.

Aşağıdaki karışımların hangilerinin homojen hangilerinin heterojen karışım olduğunu altınıza yazınız.

 Hava	 Toprak	 Çorba	 Deniz suyu
 Üzümli kek	 Hava limonata	 Madeni püra	 Karışım
 Doğalgaz	 Aydın	 Yumurta akı	 Çelik

- “Sizce karışımlar sembollerle ya da formüllerle gösterilir mi?” Öğrencilere çorbayı ya da limonatanın özel bir gösteriminin olmadığı, dünyanın farklı yerlerinde farklı şekilde ifade edildiği söylenebilir.

“Karışımı oluşturan maddeler kendi özelliklerini gösterir mi?” Öğrenciler için bazı örnekler kafa karıştırıcı olabilir. Örneğin çorbadaki bileşenler pişmiş olduğu için aynı özelliği göstermediğini söyleyebilirler. Ancak çorbadaki soğanın piştikten sonra da soğan şeklinde ifade edildiğini söylenebilir.

• **“Karışımı oluşturan maddeler karışımındaki miktarları hakkında ne söyleyebiliriz? Belli bir oranda mı ya da istenilen miktarlarda mı karışıma katılırlar?”** Öğrencilerden burada bileşiklerle karışımları karşılaştırmaları istenebilir. **“Karışımlarda, karışımı oluşturan maddeler istenilen düzeyde katılabilir. Peki bileşiklerde nasıldı?”** Bu şekilde bileşik ve karışım arasında bir farkı daha öğrenmiş olacaklardır.

• Öğrencilerin homojen ve heterojen karışım kavramlarını zihinlerinde daha iyi yapılandırmaları için kendilerinin uygun malzemeleri seçerek birer karışım oluşturmaları istenen etkinlik yaptırılır. Seçeneklerle birden fazla karışım oluşturabilirler. Birkaç öğrenciye hazırladıkları karışımlar sorulur. **(Deney hazırlama aşaması)** Daha sonra uygun olan malzemelerle çeşitli karışım örnekleri hazırlanır. Karışım hazırlama işlemini öğrencilerin hazırlaması daha iyi olur. Hem miktar kısıtlamasının olmadığını daha iyi kavrarlar hem de karışım hazırlamanın kompleks bir süreç olmadığını kavrarlar.

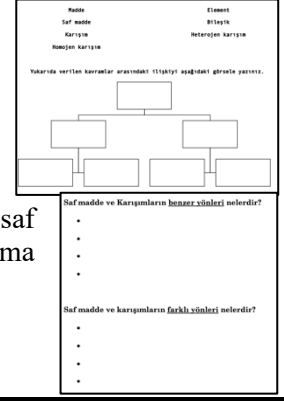
Aşağıdaki maddelerden ikiye tane seçerek homojen ve heterojen karışımlar hazırlayınız. (Maddeleri birden fazla kullanabilirsiniz.)				
• Tuz	• Su	• Talaş	• Etil alkol	• Demir tozu
• Şeker	• Kum	• Zeytinyağı	• Süt	
1. Madde	2. Madde	Karışım Türü		
1. Madde	2. Madde	3. Madde	Karışım Türü	

• Hazırlanan homojen çözeltiler ön tarafa getirilerek içerikleri hakkında konuşulur. **“Heterojen karışımların görüntüsünden içinde kaç çeşit maddenin olduğuna yönelik tahminde bulunabiliriz. Ancak homojen karışımlarda bu mümkün değil, çünkü tek madde gibi görünür. Size dağıtılan kağıtta çeşitli çözeltiler var. Bunları oluşturan maddelerin hallerini yanlarına yazmanızı istiyorum.”** Öğrenciler yazdıktan sonra çözeltilerin beş çeşit olabileceği çözeltiler türünün olduğu ifade edilir. **“Çözeltiler, çözücü ve çözüne olmak üzere iki maddeden oluşur. Katı-sıvı çözeltilerde katılar çözünen, sıvılar ise çözücüdür. Örneğin şekerli su çözeltilinde, su şekerli çözüldüğü için çözücü şeker suda çözüldüğü için çözücüdür.”** Burada şekerin suda erimeyi çözündüğü vurgusu yapılabilir. Genellikle evde ya da sosyal çevrelerinden şekerin suda eridiği gibi bir yanlış kullanım mevcut. Bu durumun farkına varmaları sağlanabilir. **“Katı-katı, sıvı-sıvı, gaz-gaz ve sıvı-gaz çözeltilerinde miktarı çok olan madde çözücü, miktarı az olan ise çözünendir.”** Öğrencilerden dağıtılan örnek çözeltiler örneklerini çözücü ve çözünen olarak ayırmaları istenebilir. Katı-katı çözeltiler hariç diğerleri su içerdiği için rahatlıkla yapabileceklerini düşünüyorum.

Aşağıda koyu renkle yazılmış çözeltiler oluşturan maddelerin hallerini yazınız.	
• Bakır + Kalay → Bronz (Tunc)	
• Bakır + Çinko → Pirinç	
• Kurşun + Kalay → Lehim	
• Nikel + Krom + Demir + Karbon → Paslanmaz Çelik	
• Su + Alkol → Kolonya	
• Su + Asetik Asit → Sirke	
• Azot + Oksijen + Karbondioksit + Su Buharı → Hava	
• Tuz + Su → Burun Damlası (Tuzlu Su)	
• Şeker + Su → Şerbet (Şekerli Su)	
• Gümüş + Cıva → Amalgam	
• Oksijen + Su → Deniz Suyu	
• Karbondioksit + Su → Kola, Gazoz, Soda	

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilerin kavramlar (madde, saf madde, karışım, bileşik, element, homojen karışım ve heterojen karışım) arasındaki hiyerarşik ilişkiyi belirleyebilme durumlarını görebilmek için kağıtlarındaki görseli doldurmaları istenir.



- Öğrencilerden bir önceki derste yapılan uygulamaya benzer olarak bu sefer saf madde ve karışımları karşılaştırmalarını bekliyoruz. Öğrenciler ilgili çalışma yapraklarına iki kavramın benzeyen ve farklılaşan yönlerini yazacaklardır.

KARIŞIMLARIN AYRILMASI

F.7.4.4.1. Karışımların ayrılması için kullanılabilecek yöntemlerden uygun olanı seçerek uygular. Karışımların ayrılmasında kullanılabilecek yöntemlerden buharlaştırma, yoğunluk farkı ve damıtma üzerinde durulur.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Öğrenciler öğrendiklerini karmaşık durumları çözmek için organize ve transfer edebilme becerilerini geliştireceklerdir.

AKTİF DÜŞÜNME

- Karışım ve karışım türlerinin hatırlatılması ile derse başlanır. “Yaşantınızdan karışım örnekleri verebilir misiniz?” Öğrencilerin cevaplarından ayrılabilenler üzerinden sorgulama devam ettirilir. “Bu karışımı ayırabilir miyiz? Nasıl ayırabileceğimizi düşünüyorsunuz?” Öğrencilerin karışımları ayırmak için sundukları çözüm önerileri dinlenir. Öğrencilerin önerilerinden sonra daha spesifik örnekler üzerinden cevap vermeleri istenir.

“Demir tozu ve kumdan oluşan bir karışımınız olduğunu düşünün. İçinden demir tozunu nasıl ayırırdınız?”

“Tuzlu su çözeltisinden tuzu tekrar elde edebilir miyiz? Nasıl elde edebiliriz?”

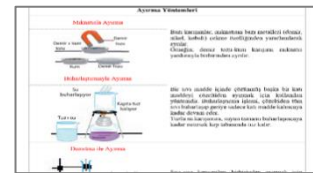
“Alkol ve sudan oluşan çözeltiden alkolü ayırabilir miyiz? Nasıl ayırırız?”

“Çakıl ve kumdan oluşan bir karışımı nasıl birbirinden ayırabiliriz?”

“Kum ve talaş karışımı ayırmak için ne yapabiliriz?”

“Zeytinyağı ve su karışımını birbirinden nasıl ayırabiliriz?”

- Öğrencilere karışımları ayırma yöntemleri ile ilgili hazırlanmış çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilere ayırma yöntemlerini okumalarına yeterli süre verildikten sonra her bir yöntem bir öğrenci tarafından anlatılır. Diğer öğrencilerden anlatan öğrencinin eksik kalan ya da hatalı olarak gördükleri yeri düzeltmeleri beklenir.



- Ayırma yöntemleri üzerine konuşulduktan sonra öğrencilerden etkinlik kağıdındaki tabloyu doldurmaları istenir. Öğrencilerden bu tabloda karışımı hangi özelliğinden dolayı ayırdığımızı yazmasını bekliyoruz. Örneğin, mıknatısla ayırmada mıknatısla çekilebilen maddelerin bu özelliğinden faydalanarak karışımın içinden ayırıyoruz. “Önünüzdeki tabloda sizden iki şey istenmektedir. Önce karışımı ayırmaya nasıl karar veriyoruz? Karışımındaki maddelerin hangi özelliğinden yararlanıyoruz? Bunları yazacaksınız. Sonrasında ise karışımındaki maddelerin hangi halde olduklarını yazacaksınız; katı, sıvı, gaz gibi.”

Ayırma Yöntemleri	Karışımındaki maddeleri ayırmak için yararlanıldığını özellik	Karışımındaki maddelerin halleri
Mıknatıs		
Elme		
Buharlaştırma		
Damıtma		
Yoğultma (katı-katı)		
Yoğultma (katı-sıvı)		

- Öğrenciler ayırma yöntemlerini öğrendikten sonra onlara damıtma ve buharlaştırma arasındaki fark sorulur. “Farkındaysanız damıtmanın da buharlaştırmanın da mantığı sıvı bir maddenin ortamdan uzaklaştırılmasına dayanır. Peki ikisi arasındaki fark nedir?” Öğrenciler büyük ihtimalle damıtmada sıvı-sıvı karışım, buharlaştırma da katı-sıvı karışım diyeceklerdir. “Peki tuzlu su çözeltisini düşünelim. Buharlaştırarak tuzu elde etmek istediğimizde tuz beherin dibinde kalır, su ise su buharı olarak havaya karışır. Tuzlu su çözeltisini damıtma düzeneğine koysak ne olurdu?” Öğrencilerin tahminleri alınır. “Tuzlu su çözeltisini damıtma düzeneğine koysak beherde tuz kalırdı ve başka bir beherde su toplanırdı. Şu çıkarımda bulunabilir miyiz? Buharlaştırma da iki maddeden birini elde edebiliyorken; damıtma da iki maddenin ikisini de elde edebiliriz.”

- Ayırma yöntemleri hakkında konuşulduktan sonra öğrencilere çeşitli karışım örneklerinin olduğu çalışma yaprakları dağıtılır ve bunları hangi yöntemle ayırabileceklerini resimlerin altına yazmaları istenir. “Size çeşitli karışım örneklerinin yer aldığı kağıtlar dağıtıyorum. Öğrendiğimiz ayırma yöntemleri ile bu karışımları nasıl ayırabileceğimizi altına yazacaksınız.” Öğrencilere cevaplamaları için yeterli süre verildikten sonra önce sıra arkadaşları birbirlerinin cevaplarını değerlendireceklerdir. Bu sayede öğrenciler karşısındakinin görüşünü değerlendirmeyi ve ileri sürülen görüşü anlamak için doğru sorular sormayı öğreneceklerdir. “Tamamladıktan sonra önce sıra arkadaşınızla cevaplarınızı karşılaştırın. Birbirinizden farklı olarak cevapladığınız karışım örneklerini neden bu şekilde cevapladığınızı sorun.” Bu etkinlik için 3-4 dakika vermek yeterli olacaktır. “Şimdi beraber üzerinde konuşalım. Deniz suyundan tuz elde etmek için hangi ayırma yöntemini kullanırsınız? Sıra arkadaşıyla farklı düşünen var mıydı?” Bu şekilde her bir karışım için grup arkadaşlarının farklı cevap verip vermeme durumları sorulur. Farklı cevap verenlerin neden bu cevabı verdiği sorgulanır.

Aşağıdaki karışımları hangi yöntemlerle maddelerine ayıracağınızı altına yazınız.

		
Deniz suyundan tuz	Un	Çay
		
Reçel	Makarna	Kolonyası
		
Sıvı yağ	Sıvı yağ	Sıvı yağ

Cevaplarını incelediğiniz arkadaşınızın adı:

Arkadaşınızın yanlış olan cevapları:

Neden yanlış olduğunu düşünüyorsunuz?

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- Öğrencilere karışımlarla ilgili çeşitli problem durumları verilerek onların problem durumlarına çözüm bulabilme durumları incelenir. “Size karışımlarla ilgili çeşitli durumların yer aldığı kağıt dağıtıyorum. Bugün öğrendiklerimizi düşünerek soruları cevaplayın. Daha sonra beraber üstüne konuşalım.” Her bir soru için öğrencilerin cevapları alınır. Farklı cevabı olan öğrencilerin neden bu şekilde düşündükleri üzerinde durulur.

Ad Soyad:

Buğdayın yenilebilir tanelerini ayırmak için geleneksel yöntemlerle buğday bitkisi dövülürdü. Sap ve buğday karışımı önce rüzgârda savrulur, savrulma sırasında esintinin etkisiyle daha hafif olan sap kısmı uçuşurken daha ağır olan buğday taneleri rüzgârdan az etkilenerek aşağı düşerdi.

a) Buğdayın ayıklanmasında maddelerin hangi özelliklerinden yararlanılmıştır?

b) Buğdayı ayıklamak için başka hangi yöntemler kullanılabilir?

Bahar Öğretmen, bir miktar şekeri suyun içerisinde çözdürdü. Bunları ayırmak için gerekli düzeneği getirmeye gittiğinde yaramaz öğrencilerden biri bu karışıma zeytinyağı ve çakıl taşları eklediler. Bahar Öğretmen bu karışımındaki maddelerin her birini ayırabilmek için sırası ile hangi ayırma yöntemlerini kullanmalıdır?

ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

F.7.4.3.3. Çözünme hızına etki eden faktörleri deney yaparak belirler.

a. Temas yüzeyi, karıştırma ve sıcaklık faktörlerine değinilir.

b. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram gruplarına vurgu yapılır.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Tahtaya aşağıdaki tablo çizilerek öğrencilerin tabloyu yorumlamaları istenir. Öğrenciler günlük yaşantılarından bir örnek olduğu için rahatlıkla “okunan kitap sayısı arttıkça okuma hızı artar” çıkarımında bulunabileceklerdir. **“Günlük hayatımızda bu tür ilişkileri sıklıkla kullanırız. Örneğin; “Çözülen soru sayısı arttıkça sınavda başarılı olma ihtimali artar” ya da “Çizilen sigara sayısı arttıkça hasta olma ihtimali artar” gibi. Fen dersinde de bu tür ilişkilerden sıklıkla yararlanıyoruz. “Cismin ağırlığı arttıkça onu hareket ettirmek için uygulamak gereken kuvvet miktarı da artar” ya da “deniz seviyesinden yukarı çıkıldıkça ağırlık azalır.”**

Haftada okunan kitap sayısı	1	2	3
Okuma hızı	60	80	100

- “Bugünkü dersimizde de bu tür ilişkilerin açığa çıkacağı deneyler yapacağız.” Bu sayede öğrenciler deneyler yapılırken onlardan beklenenin ne olduğuna yönelik fikir sahibi olacaklardır.

AKTİF DÜŞÜNME

- Konuya bir önceki konunun hatırlatılmasıyla başlanır. Karışım, heterojen ve homojen karışımların neler olduğu hatırlatılır. Öğrencilerden karışım örnekleri vermeleri istenir. Çözeltilerin hangi özelliklere sahip oldukları, çözücü ve çözünenin ne olduğu sorulur ve birer örnek ile açıklanması istenir.
- “Bir maddenin başka bir madde içinde homojen bir şekilde dağılmasına çözünme adı verilir. Çözünme olayı bir çözeltildeki çözücü ve çözünen taneciklerinin etkileşimi sonucu gerçekleşir. Örneğin suya tuz attığımızda bir süre sonra tuz suda çözünür ve tuz taneciklerini göremezsiniz.” Öğrencilerin yaşantılarında sıkça karşılaştıkları olayları nasıl yorumladıklarına yönelik üç farklı durumun ve etkinliklerin yer aldığı çalışma kağıdı dağıtılır. Burada her bir durumla ilgili öğrenciler tahminlerini yazarlar. Sonra durumla ilgili olan etkinlik yapılır ve çözünme hızı ile değişken arasındaki ilişki kurulur. Sonrasında verilen durumla ilgili öğrenci tekrar değerlendirme yapar.

- “Hepimiz yaşantımızda çözünme ile ilgili olaylara çeşitli şekillerde tanık oluyoruz. Size bununla ilgili 3 farklı durumun ve etkinliklerin yer aldığı kağıtları dağıtıyorum ve tek başınıza 1. Durum üzerine düşünmenizi istiyorum.” Öğrencilere 2-3 dakika süre verilmesi yeterlidir. Öğrenciler tamamladıktan sonra öğrencilerin görüşleri alınır ve etkinlik yapılır. Sırasıyla 1. durum temas yüzeyi, 2. durum sıcaklık ve 3. durum karıştırma ile ilgilidir.

1. durum: Kahvaltıda kardeşiniz kendi çayına attığı 1 küp şekerin sizin çayınıza attığınız 1 kaşık toz şekerden daha hızlı çözüldüğünü söylüyor (1 kaşık şekerin miktarı 1 küp şekere eşit varsayılacaktır). Bunun üzerine kardeşinizle iddiaya giriyorsunuz. Anneniz ikinizin de bardaklarına aynı miktarda ve eşit sıcaklıkta çay koyuyor, siz de şekerleri aynı anda fincanlarınıza atıyorsunuz. Önce kimin şekeri çözünür? a) Sizin attığınız 1 kaşık toz şeker b) Kardeşinizin attığı 1 küp şeker
Deneyden Önceki Cevabım:
Çünkü:

- Her bir değişken için deneyler tek tek yürütülür. 3 değişken içinde öğrencilerin önce tahminlerini yazmaları istenir. Neden bu şekilde düşündükleri sorulur. Daha sonra öğrencilerden etkinliği gözlemlenmeleri ve sonucunu tespit etmeleri istenir. Öğrencilerin ulaştıkları sonucu göz önünde bulundurarak çalışma kağıdındaki cümlede yer alan boşluğu tamamlamaları istenir. **Burada önemli olan öğrencilerin çözünme hızını etkileyen faktörleri kendilerinin tespit edebilmesidir. Ayrıca öğrenciler boşluğu tamamladıktan sonra tersini ifade etmeleri de istenmelidir. Örneği; sıcaklık arttıkça çözünme hızı artar, sıcaklık azaldıkça çözünme hızı azalır.** Her bir faktörün etkisi gözlemlendikten sonra öğrencilerin açıklamalarını destekleyecek açıklamalar yapılabilir.

Hangisinde daha önce çözünür?	
	- Beherglaslara aynı sıcaklıkta ve miktarda su koyalım. - Eşit kollu teraziyi kullanarak eşit kütleda kesme şeker ve toz şeker tartalım. - Tarttığımız aynı miktardaki şekerlerden kesme şekeri "1" nolu beherglassa, toz şekeri de "2" nolu beherglassa aynı anda ekleyelim. Hangi beherdeki şekerin daha hızlı çözüneceğini gözlemleyelim.
Tahminim:	Deneyde gözlemlediğim:
ARTIĞA ÇÖZÜNÜRLÜK HIZI _____	

1. durum;

“Tane boyutu küçüldükçe çözünen maddenin çözücü ile temas yüzeyi artar. Bu da çözünmenin hızlanmasını sağlar. Etkinlikte de gözlemlediğiniz gibi aynı sıcaklıkta eşit miktardaki sulara toz şeker ve kesme şeker atıldığında toz şekerin daha çabuk çözünmesinin nedeni temas yüzeyinin fazla olmasıdır.”

2. durum;

“Sıcaklık arttıkça moleküller daha hızlı hareket eder ve çözünen ile çözücü molekülleri daha kısa sürede etkileşir yani sıcaklık yükseldikçe çözünme hızlanır. Yaptığınız etkinlikte de sıcak ve soğuk suya kesme şeker atıldığında sıcak sudaki şekerin daha çabuk çözündüğünü gözlemlediniz.”

3. durum;

“Temas yüzeyi ve sıcaklıktan başka karıştırma işlemi de çözünme hızını etkileyen faktörlerden biridir. Karıştırma sonucu, çözünme hızı artar.”

- Öğrenciler 1. durum için etkinliği bitirip ilişkiyi kurabildikten sonra başlangıçta verilen senaryoyu tekrar okuyarak kağıtlarındaki ilgili boşluğa cevaplarını yazarlar.

Deneyden Sonraki Cevabım:

Çünkü:

- “Yaptığınız ilk deneyi düşünelim. Kesme şeker ve toz şekerin çözünme hızını karşılaştırdık. Aynı anda hem sıcaklığı artırmadık ya da karıştırmadık. Her seferinde sadece bir etkeni değiştirmenizin nedeni ne olabilir?” öğrencilerin çıkarımda bulunmaları sağlanır. Aynı anda bütün faktörleri deneseydik hangisinin etki ettiğini belirleyemezdik diyebileceklerini umuyorum. Daha sonra öğrencilere bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinin tanımlarının yazdığı kağıtlar dağıtılır. Onlardan tanımları okumalarını ve yaptıkları deneylerdeki değişkenleri belirlemeleri istenir. “Bir deney yapılırken belli değerler sabit tutularak diğerleri kontrol edilir. Bu sayede değişkenlerin etkisini görebiliriz. Bugün 3 farklı değişken çeşidi öğreneceğiz. Size değişkenlerin tanımlarının yazdığı kağıtlar dağıtıyorum. Tanımları iyice okumanızı ve yaptığımız deneylerdeki değişkenleri belirlemenizi istiyorum.” Bu etkinlik için öğrencilere 8-10 dakika süre verilmesi yeterlidir. Öğrenciler cevaplarını yazıktan sonra büyük sınıf tartışması ile değişkenler ifade edilir.

Değişken: <i>Bir durumdan diğerine, gözlemlenen gözlemlene farklılık gösteren özelliklerdir.</i>						
Bağımsız Değişken: <i>Deney sırasında sizin değiştirdiğiniz değişkendir.</i>						
Bağımlı Değişken: <i>Bağımsız değişkenlere bağlı olarak değişen değişkenlerdir.</i>						
Kontrol Değişkeni (Sabit Tutulan Değişken): <i>Miktarı değişmeyen, kontrol altında tutulan değişkendir.</i>						
1. düzenek için;						
<table><tr><th>Bağımsız Değişken</th><th>Bağımlı Değişken</th><th>Kontrol değişkeni</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol değişkeni			
Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol değişkeni				

EVSEL ATIKLAR VE GERİ DÖNÜŞÜM

- F.7.4.5.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder.
- F.7.4.5.2. Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar.
- F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye katkısı vurgulanır.
- F.7.4.5.4. Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir.
- a. Atık kontrolü ile ilgili kamu ve sivil toplum kuruluşlarının çalışmalarına değinilir.
- b. Tıbbi atık ile temas etmemesi gerektiği hatırlatılır.
- F.7.4.5.5. Yeniden kullanılabilircek eşyalarını, ihtiyacı olanlara iletmeye yönelik proje geliştirir.

İÇERİĞİ VE DÜŞÜNME BECERİLERİNİN / SÜRECİNİN TANITIMI

- Önceki derslerde kazanılan beceriler bu konu başlığı altında tekrar kullanılacaktır. Bu sebeple beceri tanıtmaya yönelik bir süreç tasarlanmamıştır.

AKTİF DÜŞÜNME

- Konuya atık kavramıyla başlanır. Öğrencilerden atık kavramın tanımdan yola çıkarak özellikleri belirlemelerini ve kendilerinin ürettiği 5 tane atık örneği yazmaları istenir. **“Bugün yeni konuya geçiyoruz. Daha önceki derslerde yaptığımız gibi dağıtılan kağıtta yazan tanımları okuyacaksınız ve ilgili kavramın özelliğini belirlemeye çalışacaksınız. Sonrasında tanımları da düşünerek altındaki soruyu cevaplayacaksınız.”**

Atık: İnsanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda işe yaramaz hâle gelen, kullanım süresi dolmuş maddelerdir.
• • •
Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak kendi ürettiğiniz 5 tane atık örneği yazınız.
1. 2. 3. 4. 5.

- Öğrenciler analiz işlemini bitirdikten sonra atık kavramının analizi yapılır ve öğrencilerin örnekleri dinlenir. Aşağıdaki soruların cevapları aranır.

“Sizi yaşantınızdan bir atık örneği verebilir misiniz?”

“Çöp kutusuna attığımız her şey atık mıdır?”

“Çöp ile atık arasındaki fark var mıdır?”

- “Bu konuda iki tip atıktan bahsedeceğiz; evsel atıklar ve tıbbi atıklar. Siz evsel atıklara neler örnek verebilirsiniz?” Öğrencilerin örnekleri alınır. Öğrenciler evsel sıvı atık örneği vermezse “evlerde sadece katı atık mı üretiyoruz?” sorusu sorulabilir. “Evsel atıkları; evsel katı atıklar ve evsel sıvı atıklar olmak üzere ikiye ayırıyoruz. Meyve suyu, süt, su gibi içeceklerin şişeleri; plastik deterjan kutuları veya poşetler, kırılan cam eşyalar ya da bozulan plastik eşyalar evsel katı atıklardır. Ayrıca kullanılamaz hâlde olan televizyon, telefon, bilgisayar gibi elektronik araçlar ve bitmiş piller de evsel birer katı atıktır.”

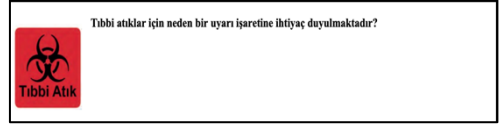
“Evlerde sıvılar genellikle banyo, mutfak, tuvalet ve bahçe gibi alanlarda kullanılmaktadır. Sıvı yağlar, çamaşır suyu, tuz ruhu, sıvı sabun ve şampuan da evlerde kullanılan sıvılar arasındadır. Evlerde kullanılan sıvıların hemen hemen hepsi kullanım sonrası veya kullanım süresinin dolması ile ya doğrudan ya da su ile karışarak atık haline gelir. Peki atık sıvılar doğayı ve bizi nasıl etkiler?” Öğrencilerde birkaç görüş alınır. “Özellikle sıvı yağlar kızartma amaçlı kullanıldıktan sonra lavaboya dökülürse hem boruları kirletir hem de atık su arıtımını zorlaştırır. Çamaşır suyu, tuz ruhu, sabun, şampuan gibi sıvılar genellikle suyla birlikte kullanıldıkları için suyu kirletir. Bu tür sıvılar kanalizasyonda zehirli gaz oluşumuna sebep

olur. Şurup ve diğer sıvı ilaçlar da kullanım süresi dolunca lavabolara dökülürse suyun kirlenmesine neden olur.”

“Bir de kompost denilen bir kavramımız var. Organik katı atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek enerji kaynağı ve gübre olarak kullanılabilir.”

- Öğrencilere kağıtlarındaki sembol gösterilerek daha önce bu sembolü görüp görmedikleri sorulur. “Daha önce bu işareti hastanelerde gördünüz mü? Tıbbi atık dediğimiz şeyler neler olabilir?” Öğrencilerin görüşleri alınır. “Başlıca tıbbi atıklar şunlardır: sağlık kuruluşlarında kullanılmış kan alma ürünleri, kullanılmış ameliyat malzemeleri (kumaş, önlük ve eldiven vb.), diyaliz atıkları (atık su ve ekipmanlar), bakteri ve virüs içeren hava filtreleri, kullanılmış şırıngalar, iğne içeren diğer kesiciler, bistüriler, ilaçlar, radyoaktif maddeler vb. nesneler.”

- “Neden böyle bir uyarı işaretine ihtiyaç duyulmaktadır? Kağıtlarımızdaki soruyu cevaplayalım sonra üzerinde konuşalım.” Tıbbi atıkların insan sağlığı için tehlike oluşturabilecek özelliğe sahip olduğunu ifade etmeleri beklenmektedir. “Sağlık kuruluşlarında oluşan atıklar, ekolojik dengeyi bozduğundan tehlikeli ve zararlı atık sınıfına girer. Bu tür atıkların üretim, taşıma, depolama ve yok edilme süreçlerine ilişkin özel önlemler alınması gerekir. Tıbbi atıklar, üretildikleri andan yok edilene kadar geçen süreçte çevre ve insanla doğrudan ya da dolaylı olarak etkileşim içindedir. Tıbbi atıklar miktar olarak az olmalarına rağmen yüksek oranda risk taşıyan çok önemli bir atık grubudur. Tüm dünyada olduğu gibi tıbbi atıkların yönetimi ve ortadan kaldırılmasında ülkemizde de önemli çevre sorunlarından biridir. Tıbbi atık konusunda üreticilerin, yerel yönetimlerin, bakanlık ve mülki amirlerin sorumluluğu bulunmaktadır. Tıbbi atıkların insan sağlığına zararları olabileceği unutulmamalı, tıbbi atıklar evsel atıklar ile karıştırılmamalı ve kesinlikle bu atıklar ile temas edilmemelidir.”



- “Şimdi kağıtlarımızdaki geri dönüşüm tanımına bakalım. Tanımın özelliklerini bulduktan sonra alttaki resimdeki hangi maddelerin geri dönüştürülebilir hangilerinin geri dönüştürülemez olduğunu belirlemeye çalışalım.” Öğrencilere yeterli süre verildikten sonra geri dönüşüm üzerine konuşulur (düşün-eşleş-paylaş).

Geri dönüşüm: Yeniden kullanılması mümkün olan atıkların çeşitli işlemlerden geçirilerek ham madde hali getirilip yeniden üretime hazırlanmasıdır.

Yukarıdaki geri dönüşüm tanımından yola çıkarak geri dönüşümün özellikleri nelerdir?

-
-
-

Aşağıdaki resmi inceleyiniz. Geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülemeyen maddeleri yazınız.



“Hangi tür maddeleri geri dönüşüm kutularına atıyorsunuz? Ya da geri dönüşüm kutularını kullanıyor musunuz?”

“Her madde geri dönüştürülebilir mi?”

“Her maddeyi geri dönüşüm kutularına atabiliyor musunuz?”

“Bir maddenin geri dönüştürülebilir olması için hangi özelliklere sahip olması gerekir?”

- Büyük sınıf tartışması ile öğrencilerin görüşleri alındıktan sonra öğrencilere öğrencilerin 2-3 gün boyunca topladıkları çöpün tartıda ne kadar gelebileceği sorulur. “2-3 gün biriktirdiğiniz çöpü tartsak sizce ağırlığı ne kadardır?” Öğrencilerin tahminleri alınır. Tartım yapıldıktan sonra öğrencilere bu miktar hakkında ne düşündükleri sorulur. “Bu miktar az mı çok mu? 2-3 günlük bir çöp miktarından yola çıkarak 1 sene boyunca ne kadar çöp atıyorsunuzdur? Bu sonuçları hakkında neler söyleyebilirsiniz?” Öğrencilerin cevapları üzerine konuşulur.

- “Her madde geri dönüştürülemez. Yağlı kağıt, ampul, floresan, antifriz, ayna, köpük, bebek bezi, seramik ürünler, meyve-sebze atıkları, tıbbi atıklar, benzin konulmuş şişeler geri dönüştürülemezler.”

- Öğrencilere geri dönüşüme uğrayan maddelerle ilgili çalışma kağıdı dağıtılır. Öğrencilerin bunlara çalışması istenir. Bu maddelerin geri dönüşümünün katkılarının neler olabileceğine yönelik çıkarımda bulunmaları istenir. **“Size dağıtılan kağıtları inceleyin. Bu maddelerin geri dönüşümünün ülkeye katkılarının neler olduğunu tahmin etmeye çalışın.”** Öğrencilere düşüncelerini yazmaları için yeterli süre verilir. Daha sonra büyük sınıf tartışması ile öğrencilerin cevapları üzerinde konuşulur. Biraz tartışıldıktan sonra öğrencilere okuma materyali dağıtılarak doğru çıkarımlarda bulunup bulunmadıkları sorulur. Farklı olan durumlar üzerinde tekrar konuşulur.

Geri Dönüştürülebilir Maddeler	Geri Dönüşümünden Sonra Ne İçin Kullanılır?
 Sakız	Kanalizasyon boruları ve yapı malzemeleri üretiminde kullanılır.
 Plastik şişeler	Yeni plastik şişelerin ve halı gibi ürünlerin üretiminde ham madde olarak kullanılır.
 Plastik ambalaj atıkları	Elyaf içeren tekstil ürünleri, atık su boruları ve marley gibi malzemeler üretilir.
 Pil	Yeni piller üretilir. Zararlı olanları, çevreye zarar vermemek için toplanır.

Geri dönüştürülebilir maddeleri incelediniz. Bu maddelerin geri dönüşümünün ülkemize katkıları neler olabilir?

- 1.
- 2.

Demir, çelik, bakır, kurşun, elektronik atık gibi maddeler yer altı zenginliklerimiz olan madenlerden elde edilir. Bu maddelerin geri dönüşüm sonucu ham madde olarak tekrar kullanılması doğal kaynakların tükenmesini önler. Ayrıca ülkemizin ham madde için dış ülkelere ödediği döviz miktarı azaltılarak ülke ekonomisine katkı sağlanmış olur.



Plastik, cam gibi maddelerin geri dönüşümü sonucu daha az petrol ve kömür



- Öğrencilerin kendilerine düşen sorumluluğun farkında olmaları ve öğrendiklerini transfer edebilmeleri için onlardan poster hazırlamaları istenir (Grup ödevi olarak

verilebilir). **“Geri dönüşümü öğrendik. Hangi maddelerin geri dönüştürülebildiğini ve geri dönüşümün neden gerekli olduğunu biliyoruz. Evde bu konuyla ilgili bir poster hazırlayacaksınız. Posterler bir mesajı iletmek ister. Posterde dikkat çekici bir başlığı ya da sloganı olur. Vermek istediğiniz mesajla ilgili resim çizebilirsiniz ya da yapıştırabilirsiniz.”**

- Atık kontrolü kavramı üzerinden tartışmalara devam ettirilir. Atık kontrolünün ne olduğu sorulur. Özelliklerini belirledikleri için söyleyebileceklerdir. **“Atık kontrolü nedir? Özelliklerini belirlemiştiniz.”** Öğrenciler fikirlerini söyledikten sonra atık kontrolünde sorumluluğun kimde olduğu sorulur. **“Ülkemizde atık kontrolü kimler tarafından yapılmaktadır? Kimin sorumluluğundadır?”** Burada önemli olan öğrencilerin kurumlardan ziyade kendilerinin de sorumluluk alabileceklerinin farkına varmalarıdır. **“Çeşitli kurum, kuruluş ve belediyeler atık kontrolü için çalışmalar yapmaktadır. ÇEVKO (Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı), AGED (Atık Kağıt ve Geri Dönüşümcüler Derneği), TAP (Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği), PETDER (Petrol Sanayi Derneği) bu kuruluşlardan bazılarıdır. (Öğrencilerin ders kitabında bu kuruluşların amaçları yer almaktadır.)** Atık kontrolü ile ilgili çeşitli kurumlara görevler düştüğünü söyledik. Peki sizin bu konuda bir sorumluluğunuz var mıdır? Size düşen görevler nelerdir? Önünüzdeki kağıtlara neler düşündüğünüzü yazın.” Öğrencilere görüşlerini yazmak için yeterli süre verildikten sonra düşünceleri hakkında konuşulur. (Yandaki görselde öğrencilerin neler yapabileceğiyle ilgili örnekler yer almaktadır.)

Okulunuzda metal kutu, kağıt, cam şişe gibi atıkları ayrı ayrı toplayarak geri dönüşüm kutularına atabilirsiniz. Okulunuzda geri dönüşüm kutusu yoksa müdürlüğünüz ve öğretmenleriniz aracılığıyla yetkililerden yardım isteyebilirsiniz.

Komşularınızı ve akrabalarınızı atıkların ayrı toplanması konusunda bilgilendirebilirsiniz. Geri dönüşüm kutusu olmayan mahalle ve siteler için ilçe belediyelerinden geri dönüşüm kutusu isteyebilirsiniz.





Atık yağların lavabolara ya da çöplere dökülmemesi konusunda aile bireylerinizi ve komşularınızı bilgilendirebilirsiniz. Biriktirilen atık yağların muhtarlık, okul, cami, market gibi yerlerdeki atık yağ bidonlarına ulaştırılmasını sağlayabilirsiniz.

- Atık kontrolü için İsveç'in nasıl bir yol izlediğine dair gazete haberi dağıtılır. Atık kontrolü ve geri dönüşüm konusunda en ileride ülkelerden biri olan İsveç'in çöpünün bittiğine yönelik olan bu haber hakkında öğrencilerin görüşleri sorulur. **“İsveç'in problemi neymiş? Problemlerini çözmek için nasıl bir çözüm bulmuşlar? Çöpleri hangi amaçla kullanıyorlar? Sizce ileride bizim ülkemizde de böyle bir problemle karşılaşabilir mi?”** Öğrenciler geri dönüşüm ve atık kontrolünün ülkelere sağlayacağı farklı ekonomik katkıları da görmüş olacaktırlar.



- **“Yeniden kullanma kavramının özelliklerini belirleyelim. Sizin yeniden kullanmayla ilgili neler yaptığınızla ilgili örnekler yazınız.”** Öğrencilerin cevapları tartışılır.

Yeniden Kullanma: Kullanmadığınız eşyaların tamir ve temizleme dışında hiçbir işleme tabi tutulmadan tekrar kullanılmasıdır.

Yukarıdaki yeniden kullanma tanımından yola çıkarak **yeniden kullanmanın** özellikleri nelerdir?

-
-
-

Yukarıdaki tanımdan yola çıkarak siz yeniden kullanmayla ilgili neler yapıyorsunuz?

- **“Abinizin ya da ablanızın küçük gelen kıyafetlerini giydiniz mi? Ya da sizin küçük olan kıyafetlerinizi kardeşlerinize ya da ihtiyacı olanlara verdiniz mi? Peki neden yenisini almak yerine böyle bir şey yapıyor? Bu bize ne kazandırıyor?”** Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra bu tür başka neleri yeniden kullanılabildiği sorulur. **“Kıyafet dışında başka ne tür eşyaları yeniden kullanabiliyoruz?”** Öğrencilerin kitap, mobilya, oyuncak, çalışır durumda olan ancak kullanılmayan elektronik araçlar gibi örnekler vermeleri beklenmektedir. **“Bu tür kendimizin kullanmadığı eşyaları başkalarının kullanması için paylaşabiliriz. Bunu kendimiz tanıdığımız, ihtiyaç sahibi birilerine verebileceğimiz gibi belediyeler ya da çeşitli kuruluşlar aracılığıyla da yapabiliriz. Şehrin çeşitli noktalarında olan kıyafet kumbaraları buna bir örnek olabilir.”** Öğrencilerin yeniden kullanmayı sadece ihtiyaç sahibi olanlar için yapılan bir eylem olarak algılamamasının üzerinde durulmalıdır. **“Yeniden kullanmayı sadece ihtiyaç sahipleri için bir yardım ya da onları mutlu etme yöntemi olarak düşünmeyelim. Hem tüketimi önlemek hem de eşyanın değerlendirilmesini sağlayan bir uygulamadır. Hepimiz, bazı eşyaları ikinci el olarak temizliğini ve onarımını yaptıktan sonra kullanabiliriz. Bu sayede bazı şeylere daha az ücret ödeyerek ekonomik kazanç sağlarız hem de o ürün çöpe gitmediği için çevreyi korumuş oluruz.”**
- **“Başkalarıyla paylaşım yapabileceğimiz gibi elimizdeki ürünleri farklı amaçlarla biz de kullanabiliriz. Örneğin; evlerde kullanılmayan plastik ve teneke kutular, saksı, malzeme kutusu gibi ürünlere dönüştürülerek yeniden kullanılabilir. Artık kullanılmayacak durumda olan araba lastiklerinden oyuncak, saksı, bahçe duvarı gibi pek çok ürün elde edilebilir. Sizin kendi yaşantınızdan buna örnek verebileceğiniz bir örnek var mı? Evinizde asıl kullanım amacı dışında kullanılan eşyalar var mı?”** Öğrencilere düşünmeleri için süre verildikten sonra cevapları alınır. **“Yeniden kullanmanın faydaları nelerdir? Önünüzdeki kağıtlara yazalım sonra üzerine konuşalım.”** Öğrencilerden bu sefer yeniden kullanma ile ilgili bir poster hazırlamaları istenir. Daha önceki poster amaçları burası içinde geçerlidir. Poster hazırlama süreci öğrencilere ödev olarak verilebilir.

DÜŞÜNMEYİ UYGULAMA

- **“Son olarak bu konuyla ilgili yeniden kullanma ile geri dönüşüm arasındaki benzerlikleri ve farkları ifade etmenizi istiyorum.”** Öğrencilerin belirlediği benzerlikler ve farklılıklar üzerinden konuşularak konu tamamlanır.

Ek 12. Semantik Ağ – İlişkili Kavramlar

Üniteler	Ders Kitaplarında Belirlenen İlişkili Kavramlar	f
Hücre ve bölünmeler	Bitki hücresi, hayvan hücresi, endoplazmik retikulum, mitokondri, golgi cisimciği, lizozom, koful, kloroplast, ribozom, çekirdek, sitoplazma, hücre zarı, hücre duvarı, mayoz bölünme, mitoz bölünme	16
Kuvvet ve enerji	Potansiyel enerji, hız, sürat, eşit kollu terazi, dinamometre, Newton, kilogram, yükseklik, pürüzlü, pürüzsüz, enerji, sıkıştırma	12
Saf maddeler ve geri dönüşüm	Elektron, proton, nötron, katman, çekirdek, madde, sıcaklık, tanecik boyutu, karıştırma, karışım örnekleri, atomik yapılı element, moleküler yapılı element, moleküler yapılı bileşik, moleküler yapılı olmayan bileşik, eleme, süzme, mıknaş, yüzdürme, tıbbi atık, atık, katı atık, kompost, sorumlu kuruluşlar, saf olmayan madde	24

Ek 13. Semantik Ağ Değerlendirme Rubriği Aralıkları

Üniteler	Değerlendirme Düzeyleri	Temel ve Güçlü Kavramlar	İlişkili Kavramlar	Bağlantıların Sayısı
Hücre ve Bölünmeler	4. düzey	12-16	12-16	21-29
	3. düzey	8-11	8-11	11-20
	2. düzey	4-7	4-7	3-11
	1. düzey	1-3	1-3	0-2
Kuvvet ve Enerji	4. düzey	11-13	10-12	18-24
	3. düzey	8-10	7-9	11-17
	2. düzey	4-7	4-7	3-10
	1. düzey	1-3	1-3	0-2
Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	4. düzey	18-23	18-24	26-36
	3. düzey	11-17	11-17	15-26
	2. düzey	4-10	4-10	3-14
	1. düzey	1-3	1-3	0-2

Ek 14. Uyum yüzdeleri

KAT Uyum Yüzdeleri

KAT	Hücre ve Bölünmeler		Kuvvet ve Enerji		Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	
	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası
Ön-test	%75,54	%81,52	%92,68	%84,78	%94,70	%81,91
Son-test	%83,33	%90,80	%72,91	%88,40	%83,33	%87,50

Otantik Problemler Uyum Yüzdeleri

Otantik Problemler	Hücre ve Bölünmeler		Kuvvet ve Enerji		Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	
	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası
Soru 1	%65,90	%77,27	%87,50	%85,41	%76,19	%86,04
Soru 2	%89,36	%91,83	%90,90	%79,54	%72,22	%83,33
Soru 3	-	-	%82,22	%77,77	%78,78	%90,90

Semantik Ağ Uyum Yüzdeleri

Semantik Ağ	Hücre ve Bölünmeler		Kuvvet ve Enerji		Saf Maddeler ve Geri Dönüşüm	
	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası	Kodlayıcı içi	Kodlayıcı arası
	%83,33	%82,60	%86,95	%75	%82,60	%100

Ek 15. Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Onayı



**T.C.
TRABZON ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik**

Sayı : 81614018-000-E.1197
Konu : Etik Kurul Belgesi

18.10.2019

Sayın;

"Eleştirel düşünme stratejileri ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelenmesi" adlı doktora tezi çalışmanız için gerekli olan Etik Kurul incelemesi Üniversitemizin Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından yapılmış olup, çalışmanıza onay verilmiştir.

e-imzalıdır

Prof. Dr.

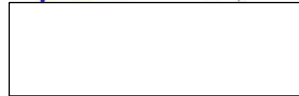
Rektör a.

Rektör Yardımcısı

Ek : Tutanak

**Bu Belge Elektronik
Orijinalı Aslı ile Aynıdır.**

18/10/2019



Ek 16. Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama İzni



T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-82438636-605.99-33324878

29/09/2021

Konu : Bilimsel Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi ın, Prof. Dr. danışmanlığında hazırlamakta olduğu "**Eleştirel Düşünme Stratejileri ile Zenginleştirilmiş Fen Bilimleri Dersinin Etkinliğinin İncelenmesi**" isimli çalışması kapsamında İlimiz Akçaabat ilçesine bağlı Yaylacık Ortaokulunda görev yapan Fen Bilimleri Öğretmenleri ve 7.sınıfta öğrenim gören öğrencilerle çalışma yapma isteği Müdürlüğümüz Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Bahsi geçen çalışmanın eğitim öğretimi aksatmayarak yaz tatilinden 3 hafta öncesine kadar bitecek şekilde; 2021–2022 eğitim öğretim yılında Covid-19 kapsamında alınması gereken tedbirler dikkate alınarak yapılması gerekmektedir.

Araştırmacının 2020/2 sayılı genelge doğrultusunda hareket etmesi, **izinsiz herhangi bir ses ve görüntü kaydı yapılmasına kesinlikle izin verilmemesi**, elde edilen verilerin çalışma kapsamı dışında kullanılmaması, **mühürlü anket ve ölçeklerin kullanılması** ve sonuçların bir örneğinin Ar-Ge birimine teslim edilmesi kaydıyla, çalışmanın okul müdürlerinin de uygun göreceği zamanlarda ve kontrolünde uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Millî Eğitim Müdürü

OLUR
29/09/2021

Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres : Trabzon İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Strateji Geliştirme Şubesi (Ar-Ge Birimi)
Telefon No : 0 (462) 223 55 52
E-Posta: argetrabzon@gmail.com
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için:

Unvan : Öğretmen
Faks:4622302096

İnternet Adresi: trabzonarge.meb.gov.tr

Bu cvrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://cvraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 2ad9-a3b2-3948-b8f6-5b99 kodu ile teyit edilebilir.

8. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

**** yılında ***** doğdu. Prof. İhsan Koz İlköğretim okulundaki ilköğrenimini 2004 yılında tamamlayarak aynı yıl Yunus Emre Lisesi'ne başladı ve 2008 yılında bu okuldan mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Fen Bilgisi öğretmenliği programını kazandı ve 2012 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2013 yılında başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda tezli yüksek lisans programından 2016 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda doktora programında başlamıştır. 2015-2018 yılları arası Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde, 2018 yılından itibaren Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Yabancı dili İngilizcedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres : *****

E-Posta : *****