

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EĞİTİM PROGRAMLARI ANABİLİM DALI
EĞİTİMDE PROGRAM GELİŞTİRME PROGRAMI**

**FEN BİLİMLERİNE İLİŞKİN KAVRAM
YANILGILARININ TIMSS BAĞLAMINDA
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

SEDA İHTİYAR ŞAHİN

**ANKARA
ŞUBAT, 2023**



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EĞİTİM PROGRAMLARI ANABİLİM DALI
EĞİTİMDE PROGRAM GELİŞTİRME PROGRAMI**

**FEN BİLİMLERİNE İLİŞKİN KAVRAM
YANILGILARININ TIMSS BAĞLAMINDA
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

SEDA İHTİYAR ŞAHİN

**DANIŞMAN: PROF. DR. BERNA ASLAN
EŞ DANIŞMAN: PROF.DR. EREN CEYLAN**

**ANKARA
ŞUBAT, 2023**

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Seda İHTİYAR ŞAHİN adlı öğrencinin hazırladığı “Fen Bilimlerine İlişkin Kavram Yanılgılarının TIMSS Bağlamında İncelenmesi” başlıklı bu çalışma Eğitim Programları Anabilim Dalı / Eğitimde Program Geliştirme Programı’nda jüri üyelerince oy birliği ile **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

	<u>Jüri Üyeleri</u>	<u>İmza</u>
Başkan	Prof. Dr. Eda GÜRLER	
Üye	Prof. Dr. Berna ASLAN (Danışman)	
Üye	Prof. Dr. Eren CEYLAN (Eş Danışman)	
Üye	Prof. Dr. Fatma BIKMAZ	
Üye	Prof. Dr. Semra SUNGUR	
Üye	Doç. Dr. Deniz GÜLLEROĞLU	

ONAY

Bu tez Ankara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca, jüri üyeleri tarafından 24/02/2023 tarihinde, Enstitü Yönetim Kurulu tarafından ise .../.../20... tarihinde kabul edilmiştir.

.....

Prof. Dr. İlhan YALÇIN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgileri akademik yazım kurallarına uygun biçimde raporlaştırdığımı ve bunları etik ilkelere (atıfta bulunulan tüm yapıtlara kaynaklarda yer verilmesi, tezde kullanılan bilgi ve belgelere resmi yollarla ulaşılması ve bunların aslı bozulmadan kullanılması vb.) uygun olarak elde ettiğimi ve sunduğumu bildiririm.

Seda İHTİYAR ŞAHİN

ÖZET

FEN BİLİMLERİNE İLİŞKİN KAVRAM YANILGILARININ TIMSS BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

İHTİYAR ŞAHİN, Seda

Doktora Tezi, Eğitim Programları Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Berna ASLAN

Eş Danışman: Prof. Dr. Eren CEYLAN

Şubat, 2023, xix + 316 Sayfa

Bu araştırmanın amacı, TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) sınavından yola çıkarak fen bilimleri dersine yönelik kavram yanlışlarını tespit etmek ve bu kavram yanlışlarına ilişkin konu ve kazanımların öğretim programlarında ve ders kitaplarında nasıl yer aldığını tespit etmektir. 2007 ve 2019 yılları arasında sınava katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin cevapladığı 335 maddenin sonucu incelenmiş ve ortaokul düzeyinde çalışan yedi fen bilimleri öğretmeni ile görüşme yapılmıştır. Gerçekleştirilen görüşmelerde kavram yanlışlarının nedenleri ve giderilmesine yönelik görüşler alınmış ve öğretim programları ve ders kitapları da gerekli durumda birlikte değerlendirilmiştir. Belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimini belirlemek amacıyla IDB (International DataBase) Analyzer programı kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığı olan maddeler ve araştırmacı tarafından kavram yanlışlığı olduğu belirlenen maddelere yönelik kazanımlar tespit edilmiş ve bu kazanımların 2000 yılından 2018 yılına kadar değişen öğretim programlarında ve ders kitaplarında nasıl ele alındığı incelenmiştir.

Araştırma sonucunda Türkiye'nin TIMSS başarısı artsa da belirlenen kavram yanlışlarının devam ettiği ve öğretim programlarında yeterli kazanımlara yer verilmediği, ders kitaplarında eksik içerik, görsel ve bilimsel hataların kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak nitelikte hazırlandığı tespit edilmiştir. Özellikle maddenin tanecikli yapısı ünitesinin yeterince somutlaştırılmadığı tanecik, atom, kütle ve yoğunluk gibi fen bilimleri alanına yönelik temel kavramların eksikliğine bağlı olarak kavram yanlışlarının ortaya çıktığı belirlenmiştir. Temel kavramların eksikliğine bağlı olarak üst

sınıflarda benzer konularda kavram yanlışlarının varlığı tespit edilmiştir. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda özellikle fizik alanında maddenin tanecikli yapısı, kimya alanında atomun yapısı, biyoloji alanında hücrenin temel kısımlarına yönelik bilgi eksikliğine yönelik kavram yanlışları mevcuttur.

Öğretim programlarının güncellenmesi ile birçok kazanımın kaldırıldığı ve içeriğin oldukça sadeleştirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle kimya alanında kimyasal tepkimeler ve kütle korunumu kanununa yönelik içeriğin oldukça sadeleştirildiği tespit edilmiştir. TIMSS alanında bu konuda özellikle eksik bilgi, öğrencilerin günlük hayattaki deneyimleri ile maddeleri cevapladıkları tespit edilmiş ve bulgular öğretmen görüşleriyle desteklenmiştir. Aynı şekilde Fizik alanında 2007 ve 2019 yılları arasında OHM Kanununa yönelik maddelerde başarısızlık oranının oldukça yüksek olduğu ve 2013 öğretim programından sonra OHM Kanununa yönelik kazanımların tamamen kaldırıldığı tespit edilmiştir. İlgili konuların öğretim programlarındaki yeri önemli olması sebebiyle kazanımların tekrar güncellenmesi konusunda önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: TIMSS, kavram yanlışları, fen bilimleri öğretim programları, ortaokul fen bilimleri ders kitapları

ABSTRACT

INVESTIGATION OF MISCONCEPTIONS REGARDING THE SCIENCE IN THE CONTEXT OF TIMSS

İHTİYAR ŞAHİN, Seda

Dissertation, Department of Curriculum

Supervisor: Prof. Dr. Berna ASLAN

Co- Supervisor: Prof. Dr. Eren CEYLAN

February, 2023, xix + 316 Pages

The aim of this research is to determine the misconceptions about the science course based on the TIMSS exam and to determine how the subjects and achievements related to these misconceptions are included in the curriculum and textbooks. In this context, the results of 335 items, which are answered by the eighth-grade students who took the exam between 2007 and 2019, were examined and interviewed with 7 science teachers who are working at the secondary school level. In the interviews, the reasons for and elimination of misconceptions were taken and the curricula and textbooks were evaluated together when necessary. IDB Analysis was performed in order to determine the change of the identified misconceptions over the years. Then, the items with direct misconceptions in the context of TIMSS and the gains for the items that were determined by the researcher were determined. It was examined how these achievements were handled in the curriculum and textbooks that changed from 2000 to 2018.

As a result of the research, it has been determined that although Turkey's TIMSS success has increased, the identified misconceptions continue and sufficient achievements are not included in the curriculum, and the missing content, visual and scientific errors in the textbooks are prepared in a way that will reveal the misconceptions. It has been determined that misconceptions arose due to the lack of basic concepts in the field of science such as particle, atom, mass and density, where the unit of "particle structure of matter" was not sufficiently concretized. Due to the lack of basic concepts, the existence of misconceptions on similar subjects in the upper classes has been detected.

It has been concluded that with the updating of the curricula, many gains have been eliminated and the content has been simplified considerably. Especially in the field of chemistry it has been determined that the content of "chemical reactions" and "law of conservation of mass" has been simplified. Likewise, in the field of physics it has been determined that the failure rate in the items related to the OHM Law between 2007 and 2019 was quite high and the gains in this field were completely removed after the 2013 curriculum. Due to the importance of the relevant subjects in the curriculum, suggestions are given for updating the acquisitions again.

Key Words: TIMSS, misconceptions, science curricula, secondary school science textbooks.



ÖNSÖZ

Araştırmamı keyifle ve büyük bir istekle sürdürmemin en önemli sebebi Fen Bilimleri alanında eksik bir noktayı kapatacağımı düşünmem ve yararlı bir çalışmayı sürdürdüğüm inancı olmuştur. Bir öğretmen olarak öğretim programlarını ve ders kitaplarını farklı bir bakış açısıyla inceleme fırsatı yakalamış olmanın öğretmenlik hayatıma ve öğrencilerime katkı sağladığını hissetmekteyim. Bu noktada tez konumun ortaya çıkmasında bana ışık tutan ve araştırmamın her aşamasında önerileri ve rehberliğiyle aydınlatan ve tezimi tamamlama aşamasında vakit ayıran değerli danışmanım Prof. Dr. Berna ASLAN ve eş danışmanım Prof. Dr. Eren CEYLAN' a katkılarından ve bana duydukları güvenden ötürü teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Tez İzleme Komitesi'nde yer alarak araştırma sürecime çarpıcı ve değerli katkılarda bulunan Prof. Dr. Fatma BIKMAZ' a ve Prof. Dr. Semra SUNGUR' a çok teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Tez Jürisinde yer alan ve araştırmamı geliştirmeye yönelik kıymetli fikirler sunan Prof. Dr. Eda GÜRLER ve Doç. Dr. Deniz GÜLLEROĞLU' na çok teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca araştırma sürecimde vakit ayırarak değerli görüşlerini esirgemeyen Dr. Öğr. Gör. Ece KOÇER, Arş. Gör. Dr. Ayşe Gülsüm AKÇATEPE ve Arş. Gör. Tuba AKAR' a içtenlikle teşekkür ederim.

Araştırmamda ayrıntılı veri elde etmemde görüşlerini sunarak ve birçok görüşmeye katkı sağlamak amacıyla derin araştırmalar yapıp destekleyen, saatler boyunca görüşme yapmayı kabul eden Doç. Dr. Esra BENLİ ÖZDEMİR ve Sema GÜNEŞ'e ve diğer öğretmen arkadaşlarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Doktora eğitimim boyunca hayatımda olan, varlığıyla motivasyon kaynağım olan kızım Irmak ve tezimin son aşamasında aramıza katılan Nehir Ekin iyi ki hayatımdasınız.

Ayrıca her aşamada beni destekleyip yüreklendiren sevgili eşim Uzm. Dr. Mustafa Kemal ŞAHİN' e teşekkür ederim.

Seda İHTİYAR ŞAHİN



Canım kızlarım ve sevgili eşim' e

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xviii
KISALTMALAR	xix
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
Problem	1
Araştırmanın Amacı.....	9
Araştırmanın Önemi.....	9
Sınırlılıklar	11
Tanımlar.....	11
BÖLÜM 2.....	13
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	13
Fen Bilimleri Eğitimi ve Öğretimi.....	13
TIMSS ve Türkiye.....	27
Kavram Yanılgıları ve Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi	34
Singapur, (Çin) Hong Kong, Finlandiya, Kore ve Türkiye’ nin Fen Öğretim Programına Genel bir Bakış	40
TIMSS Uygulamalarına Yönelik Araştırmalar	42
Kavram Yanılgılarına Yönelik Araştırmalar.....	46
BÖLÜM 3.....	51
YÖNTEM	51
Araştırmanın Modeli	51
Katılımcılar	52
Veri Toplama Araçları	54
Görüşme Formları	55
Görüşme Formu-1	55
Görüşme Formu-2	56
Kazanımların TIMSS Bağlamında Değerlendirilmesi.....	56
Ders Kitabı İnceleme Ölçütler Takımı.....	56
Verilerin Toplanması	58
Verilerin Analizi	66
Geçerlik ve Güvenirlik.....	73
Araştırmacının Rolü.....	74

Araştırma Süreci	75
BÖLÜM 4.....	77
BULGULAR VE YORUMLAR	77
Araştırmanın Birinci Amacına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	77
Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları	77
Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	78
Fiziksel Değişimler Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları	85
Enerji Dönüşümü ve İletimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları	89
Elektrik ve Manyetizma Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları	92
Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımına İlişkin Bulgular.	93
Kuvvet ve Hareket Ünitesine İlişkin Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	95
Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları	100
Maddenin Bileşimi Ünitesine İlişkin Belirlenen Kavram Yanılgıları	101
Kimyasal Değişimler Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	104
Kütlenin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları	105
Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	110
Biyoloji Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları	123
Canlıların Sınıflandırılması Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları	123
Hücre ve Hücrenin Görevleri Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları	131
Yer Bilimleri Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	134
Dünyanın Yapısı ve Fiziksel Özellikleri Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	137
Araştırmanın İkinci Amacına Ait Bulgular ve Yorumlar	138
Maddenin Hal Değişimi ve Fiziksel Değişimler Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi.....	139
Enerji Dönüşümü ve İletimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi.	142
Elektrik ve Manyetizma Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	143
Elektromıknatıs Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	143
Yerçekimi Kuvveti Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi.	144
Maddenin Bileşimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi.	145
Kütlenin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi.	145
Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	146
Canlıların Sınıflandırılması Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	147
Hücre ve Organeller Konusunda Belirlenen Kavram yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	151

Araştırmanın Üçüncü Amacına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	151
Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların, Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	152
Maddenin Halleri ve Fiziksel Değişimler Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi.....	152
Enerji Dönüşümü ve İletimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	173
Elektrik ve Manyetizma Ünitesinde Belirlenen Kazanımların Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	183
Elektrik Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programları ve Ders Kitabı Boyutuyla İncelenmesi.....	183
Manyetizma Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	191
Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	194
Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların, Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	199
Maddenin Bileşimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların Öğretim Programları ve Ders Kitabında İncelenmesi.....	199
Kimyasal Değişimlerde Madde ve Enerji Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların Öğretim programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi	209
Kütleinin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların Öğretim Programı ve Ders Kitabında İncelenmesi	209
Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna İlişkin Kazanımların Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi.....	218
Biyoloji Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Nasıl Ele Alınmıştır? Sorusuna İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	228
Canlıların Sınıflandırılması Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi.	228
Hücre ve Organeller Konusunda Belirlenen Kavram yanılgılarının Öğretim Programları ve Ders Kitapları Bağlamında İncelenmesi	237
Araştırmanın Dördüncü Amacı “Kavram yanılgılarının Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Bulgu ve Yorumlar	246
Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler	246
Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler	251
Biyoloji Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının Nedenleri ve Giderilmesi İçin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler.....	253

BÖLÜM 5	257
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	257
Sonuçlar	257
Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Sonuçlar.....	263
Biyoloji Alanına Yönelik Elde Edilen Bulgulara Yönelik Sonuçlar	268
Hücre ve Organeller Konusuna Yönelik Bulgulara İlişkin Sonuçlar	270
Yer Bilimleri Alanına Yönelik Bulgulara İlişkin Sonuçlar.....	271
Öneriler	272
KAYNAKLAR.....	277
EKLER	307
EK 1. İzin Doğrultusunda Paylaşılan Maddeler	308
EK 2. Maddelerde Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Seçenekler.....	309
EK 3. Görüşme Formu-1.....	310
EK 4. Görüşme Formu 2 (Örnek Ünite)	311
EK 5. TIMSS Bağlamında Belirlenen Bilişsel Boyut Basamakları.....	312
EK 6. Etik Kurul Onayı	313
EK 7. Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni.....	314
BENZERLİK BİLDİRİMİ	315
ÖZGEÇMİŞ.....	316

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. 2011-2019 Eğitim Sürecine İlişkin Kesit.....	26
Tablo 2. TIMSS Uygulamalarına Türkiye'nin Katılım Durumu.....	29
Tablo 3. TIMSS 8. Sınıf Fen Bilimleri Yeterlik Düzeyleri	31
Tablo 4. İki Aşamalı Testlerin Türleri Ve İçerikleri	39
Tablo 5. Araştırmanın Katılımcıları	53
Tablo 6. Araştırmaya Alınan Üniteler	62
Tablo 7. Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları	78
Tablo 8. Maddenin Hal Değişimine Yönelik İncelenen Maddeler.....	79
Tablo 9. İncelenen Maddeler ve Madde Sonuçlarına Yönelik Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	80
Tablo 10. Fiziksel Özellikler Konusuna Yönelik Öğretmen Görüşleri	81
Tablo 11. Fiziksel Değişimler Konusuna İlişkin Madde Bilgisi ve Madde Sonuçlarının İncelenmesi	85
Tablo 12. Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusuna İlişkin 2007-2019 Yılları Arasında Maddeler	90
Tablo 13. Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusuna Yönelik Öğretmen Görüşleri.....	91
Tablo 14. Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımı Konusunda 2007-2019 Yılları Arasında Yer Alan Maddeler.....	93
Tablo 15. Yerçekimi Konusunda İncelenen Maddeler.....	96
Tablo 16. Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları	100
Tablo 17. Maddenin Bileşimi Ünitesinde Kavram yanılgısı Tespit Edilen Maddeler .	101
Tablo 18. Maddenin Bileşimi Ünitesinde Elde Edilen Kavram Yanılgılarına İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	103
Tablo 19. Kütlenin Korunumuna İlişkin Maddeler ve Sonuçları	105
Tablo 20. Kütlenin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	108
Tablo 21. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda İncelenen Maddeler ve Sonuçlar	111
Tablo 22. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda Belirlenen kavram yanılgılarına İlişkin Öğretmen Görüşleri	113
Tablo 23. Canlıların Sınıflandırılması Konusunda İncelenen Maddeler.....	124
Tablo 24. Hayvanların Sınıflandırılması Konusunda Belirlenen Kavram yanılgılarına ilişkin Öğretmen Görüşleri.....	128
Tablo 25. Hücre ve Organeller Konusunda İncelenen Maddeler ve Sonuçları	131
Tablo 26. Hücre ve Organeller Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Öğretmen Görüşleri.....	133
Tablo 27. Dünyanın Yapısı ve Özelliklerine İlişkin İncelenen Maddeler ve Sonuçları	137
Tablo 28. Maddenin Hal Değişimine ilişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi.....	139

Tablo 29. Fiziksel Değişimler Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	141
Tablo 30. Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	142
Tablo 31. Maddenin Tanecikli Yapısına Yönelik Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi.....	153
Tablo 32. Fiziksel Değişimler Konusunda Hazırlanan Ders Kitabı İçeriği.....	165
Tablo 33. 2013 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Isı Alışverişine Yönelik Ders Kitabı İçerik Örneği	169
Tablo 34. Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Konu ve Kazanımlar	173
Tablo 35. Elektrik Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Konu ve Kazanımlar	184
Tablo 36. Manyetizma Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar	191
Tablo 37. Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar	194
Tablo 38. Maddenin Bileşimi Ünitesinde Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi	200
Tablo 39. Kimyasal Değişimler-Kütlenin Korunumu Ünitesi Kanununda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar	209
Tablo 40. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusu Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi.....	218
Tablo 41. Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin 2000-2018 Yılları Arasında Yer Alan Kazanımlar	229
Tablo 42. Hücre ve Organeller Konusunda İlişkin Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi.....	238
Tablo 43. Hücre ve Organeller Konusuna İlişkin Ders Kitabı Örneği	241
Tablo 44. Hücre ve Organeller Konusunda Hazırlanan Ders Kitabı Örneği.....	242
Tablo 45. Hücre ve Organeller Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği.....	244

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. TIMSS Öğretim Programı Modeli (Yücel, Karadağ ve Turan, 2013, 25).	3
Şekil 2. 8. Sınıf Fen Bilimleri Alanlarına Göre Türkiye'nin Durumu	4
Şekil 3. 2005 Fen ve Teknoloji Öğretim Programında Öğrenme Alanları.....	19
Şekil 4. Avrupa Birliği Yeterlikler Çerçevesi Kapsamında Sahip Olunması Gereken Yeterlikler.....	22
Şekil 5. 2018 Öğretim Programı Fen ve Mühendislik Uygulamaları.....	23
Şekil 6. Öğretim Programlarının Değiştirilmesini Etkileyen Başlıca Faktörler (Aksoy ve Taşkın, 2019).....	25
Şekil 7. 2007-2019 yılları arasında Türkiye'nin TIMSS sonuçları	29
Şekil 8. 2007-2019 Yıllarında TIMSS sınavında Türkiye Yeterlik Seviye Yüzdeleri...	32
Şekil 9. Kavram Yanılgısına Neden Olan Faktörler.....	36
Şekil 10. Hata/Yanlışın Kaynağı	38
Şekil 11. Ders Kitaplarında Kavram Yanılgılarına Neden Olabilecek İçeriğe İlişkin Geliştirilen Ölçüt Takımı.....	57
Şekil 12. Öğretmen Görüşlerine Göre Konuların Değerlendirilme Süreci	64
Şekil 13. Araştırma Sürecinde Verilerin Toplanması.....	65
Şekil 14. IDB Analyzer Programının Kullanım Aşamaları	70
Şekil 15. Araştırma Sürecinin Aşamalı Olarak Gösterilmesi	75
Şekil 16. Kütle Kavramı Temelinde Kavram Yanılgıları Tespit Edilen Konular	107
Şekil 17. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna Yönelik Öğretmen Görüşleri	116
Şekil 18. Kavram Yanılgılarının Birbirine Etkisi	121
Şekil 19. Fizik ve Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının İlişkisi.....	122
Şekil 20. Canlıların Sınıflandırılmasına Yönelik Öğretmen Görüşleri	130
Şekil 21. Depremlerin Meydana Gelme Sebeplerine İlişkin Maddenin Başarı Puan Yüzdesi.....	135
Şekil 22. Kıtasal Hareketlerin Sonucuna İlişkin Maddenin Başarı Puan Yüzdesi	136
Şekil 23. Zayıflayan akım modeline ilişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	143
Şekil 24. Elektromagnetik Konusuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	144
Şekil 25. Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	144
Şekil 26. Maddenin Bileşimi Konusunda Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	145
Şekil 27. Kütle Koruması Konusuna İlişkin Sonuçlar	146
Şekil 28. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	147
Şekil 29. Balıkların Solunumuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Değişimi.....	148

Şekil 30. Kurbağalarda Solunum Türüne İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	149
Şekil 31. Sürüngenlerin Solunum Türüne İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	150
Şekil 32. Hücre ve Organeller Konusu Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi	151
Şekil 33. Kazanımların TIMSS Bağlamında Bilişsel Yıllara Göre Dağılımı.....	155
Şekil 34. Kazanımlarının TIMSS Bilişsel Boyut Bağlamında Eşleşmesi	175
Şekil 35. TIMSS Bağlamında Bilişsel Boyut Dağılım Grafiği	186
Şekil 36. İlgili Kavram Yanılgısının Öğretim Programlarında Yıllara Göre Bilişsel Boyut Dağılımı	201
Şekil 37. Kavram Yanılgılarının Birbirine Etkisi.....	226
Şekil 38. Fizik ve Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının İlişkisi.....	227
Şekil 39. Hücre ve Organeller Konusuna İlişkin Kazanımların Bilişsel Boyut Dağılımı.....	240
Şekil 40. Hong Kong Fen Öğretim Programı Konu Öğrenme Alanları İlişkisi	255
Şekil 41. Madde Konusunda Konu ve Kavramlar Arası İlişki Önerisi	256

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel	Sayfa
Görsel 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesi Ders Kitabı Örneği.....	156
Görsel 2. 2005 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Ders Kitabı Örneği	157
Görsel 3. 2013 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Ders Kitabı Örneği	159
Görsel 4. Altıncı Sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” Ünitesi Ders Kitabı İçeriği.....	160
Görsel 5. Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesi Altıncı Sınıf Ders Kitabı Örneği.....	162
Görsel 6. Su-Buz Yoğunluk Farkına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği	167
Görsel 7. Suyun yoğunluğu Ders Kitabı İçerik Örneği (MEB, 2013. ss.75).....	170
Görsel 8. Suyun Yoğunluğu Ders Kitabı İçerik Örneği	171
Görsel 9. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği	176
Görsel 10. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği	179
Görsel 11. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği	181
Görsel 12. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği	182
Görsel 13. Seri ve Paralel Bağlama Ders Kitabı İçerik Örneği	188
Görsel 14. Yerçekimi Kuvvetine İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği.....	196
Görsel 15. Yerçekimi Konusunda Ders Kitabı Örneği.....	196
Görsel 16. Yerçekimi Kuvvetine İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği.....	198
Görsel 17. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği	204
Görsel 18. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği	206
Görsel 19. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği	207
Görsel 20. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği	208
Görsel 21. Kütlenin Korunumuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği	212
Görsel 22. Kütlenin Korunumu Kanunu Ders Kitabı İçerik Örneği.....	214
Görsel 23. Enerji Kavramlarına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği.....	220
Görsel 24. Enerji Kavramlarına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği.....	221
Görsel 25. Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği ..	231
Görsel 26. Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği ..	233
Görsel 27. Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği ..	234

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BEP	Bireyselleştirilmiş Eğitim Planı
BTM	Bilişsel Tanı Modeli
CUSE	Committee on Undergraduate Education
DNA	DeoksiriboNükleikAsit
IDB	International DataBase
IRT	Item Response Theory
IEA	International Association for the Evaluation of Education Achievement
KY (1, 2, 3)	Kavram yanlışsı 1, Kavram yanlışsı 2
M1-M2-M3	Madde 1, Madde 2, Madde 3
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MTK	Madde Tepki Kuramı
NRC	National Research Council
SBS	Seviye Belirleme Sınavı
SICM	The Scaling Individuals and Classifying Misconceptions
DCM	Diagnostic Classification Model
LGS	Liselere Geçiş Sistemi
PSLE	Singapur Ulusal İlköğretim Bitirme Sınavı
ROSE	The Relevance of Science Education
STEAM	Science Technology Art and Mathematics
TEOG	Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş Sistemi
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
TOTWGT	Total student weight

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde problem, amaç, önem, sayıtlar, sınırlılıklar ve tanımlar yer almaktadır.

Problem

İnsan, içinde yaşadığı toplumdan, deneyimlerinden etkilenererek sürekli gelişen ve farklılaşan bir varlıktır. Bu gelişim ve farklılaşma sürecinin bireyin kendisine ve çevresine katkı getirmesi için eğitim yaşantılarına ihtiyaç vardır (Aslan, 2001). Varış'a (1978) göre eğitimin amacı öğrencilere değişmekte olan dünya koşullarına uyum sağlayabilme yollarını öğretmektir. Özellikle son yıllarda bilim ve teknolojinin takip edilemeyecek kadar hızla gelişmesi ve değişmesi hayatımızın neredeyse her noktasında karşımıza çıkmaktadır. Bu hızlı değişim ve gelişimin gelecekte de devam edeceği tartışılmaz bir gerçektir. İçinde bulunduğumuz 21.yüzyılda bilimsel ve teknolojik alanlardaki değişim ve gelişimin daha eski dönemlere göre çok hızlı olması ülkeler arasındaki sosyal ve ekonomik rekabeti de artırmıştır. Bu durum dünya uluslarının bilgi ve teknoloji hızına yetişebilmesini önemli kılmakla birlikte bilgi ve teknolojiyi üretmeyi veya geliştirmeyi daha da önemli hale getirmiştir. Bilgi ve teknolojinin gelişmesine katkıda bulunabilmek ve daha önde olabilmek için eğitim ve öğretime önem verilmesi şüphe götürmez bir gerçektir. Çağın isterlerine ayak uydurmayı başaran ve çağa yön verebilen bireyler yetiştirilmesi ancak hızla değişen koşullara adapte olabilecek bir eğitim hizmeti ile gerçekleştirilebilecektir. Ülkelerin ihtiyaç duyduğu özelliklere sahip bireyler yetiştirmek üzere, eğitim sistemlerinde uygulanan programlarda farklı disiplinlere yer verildiği görülmekte ve bu disiplinlerden birisi de toplumların ihtiyaç duyacağı insanların yetiştirilmesi bakımından önem sergileyen fen bilimleri dersidir (Hazır Bıkmaz, 2001). Bilgi ve teknoloji üreteni olan ülkeler, güçlü bir gelecek için her vatandaşın fen bilimleri alanında bilgi sahibi olmasını önemli kılmakta ve fen bilimleri alanında uzman bireylerin yetişmesi için çaba sarf etmektedir. Bu nedenle ülkeler devamlı olarak fen bilimleri dersi

programlarını geliştirme ve böylece çağın gerektirdiği şekilde bilgiye ulaşabilen, bilgiyi yorumlayan ve kullanabilen ve problem çözebilen bireyler yetiştirme çabasıdır.

Özellikle 1957 yılında Rusya'nın Sputnik 1 adlı ilk yapay uyduyu uzaya göndermesi üzerine Amerika ve İngiltere'deki eğitimciler, okullarda verilen fen eğitiminin kalitesini sorgulamaya başlamış ve fen öğretimi programlarını yenileme sürecine girmişlerdir. Fen bilimleri öğretim programı yenileme çalışmaları hızla dünyanın diğer ülkelerine de yayılmıştır. Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC]) 1996 yılında "National Science Education Standards-Ulusal Fen Eğitim Standartları" ile 2000 yılında "Inquiry and the National Science Education-Araştırma sorgulama ve Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartları" çalışmalarını yayımlamıştır (Ecevit ve Kaptan, 2019).

ABD Ulusal Fen Eğitimi Standartlarında (National Science Education Standart) okullarda verilen fen derslerinin temel amaçları şöyle belirlenmiştir:

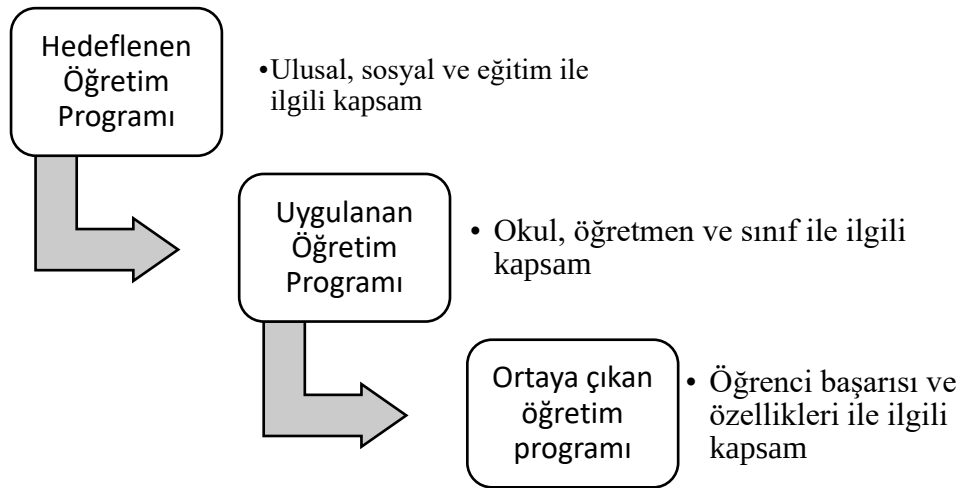
Öğrencilere;

- *Doğal dünyayı anlama ve bilme konusunda zengin ve zevkli tecrübeler kazandırmak,*
- *Bireysel kararlar alabilmek için uygun bilimsel süreç ve ilkeleri kullanmak,*
- *Bilimsel ve teknolojik konularla ilgili toplumsal tartışmalara bilinçli olarak katılmak,*
- *Mesleki yaşantısı boyunca fen okur-yazarı olan kişinin becerileri, anlayışları ve bilgilerini kullanarak ekonomik verimliliği arttırmak (NSES, (1996)'den Akt: Hazır Bıkmaz, 2001).*

Bu anlamda fen öğretimiyle amaçlanan öğrencilerin bilimsel bilgilerden haberdar olup bilimsel düşünceyi harekete geçirerek bu bildiklerini günlük yaşamları ile ilişkilendirebilmeleri ve günlük yaşamlarında karşılarına çıkan problemlerin çözümünde bilimsel süreç becerilerini kullanabilmeleridir (Armağan-Sancar, 2010). Yani çağımızda bilgiyi doğrudan alan değil bilgiyi üreten, bu bilgiyi günlük hayatına entegre eden, gerektiğinde bilgiyi sorgulayan ve eleştiren ve bu bilgileri işlevsel hale getirebilen, yaşadığı topluma ve o toplumun ekonomisine, kültürüne katkı sağlayabilen bireyler yetiştirilmesi hedeflenmektedir (MEB, 2018). Belirtilen özelliklere sahip olan bireylerin yetiştirilmesi için fen bilimleri eğitiminin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Ayas, 1995). Bu doğrultuda çağın gerektirdiği bireylerin yetişmesi için öğretim programlarının da sürekli güncellenmesi gerekmektedir.

Dünyada birçok ülke öğretim programlarının etkililiğini ve öğrenci başarısını değerlendirmek amacıyla sınavlar düzenlemektedir. Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA-International Association for the Evaluation of Educational Achievement) tarafından yürütülen TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) sınavı uluslararası öğrenci değerlendirmelerinde en fazla katılımı uygulanan sınavlardan biridir (Yüksel, 2020).

Dünya genelinde altmıştan fazla ülkenin katıldığı TIMSS araştırması katılımcı ülkelerin eğitim politikalarını etkileyen önemli bir projedir (Karamustafaoğlu ve Sontay, 2012). TIMSS her dört yılda bir dördüncü ve sekizinci sınıf öğrencilerinin eğitim başarıları hakkında veriler toplamaktadır. TIMSS dördüncü ve sekizinci yıl başarı eğilimlerini izlemenin yanı sıra dördüncü yılda değerlendirdiği öğrencilerin dört yıl sonra ki başarısını, yıllara göre ilerlemeleri hakkında da bilgi vermektedir. Böylece uzun dönemli boylamsal bir çalışma yapmaya olanak tanımaktadır (Şişman, Acat, Aybay ve Karadağ, 2011). TIMSS' in genel amaçlarından biri de hedeflenen öğretim programı, uygulanan ve ortaya çıkan öğretim programı ile ilgili veriler sunmaktır (Abazaoğlu, Yıldızhan ve Yıldırım, 2014).



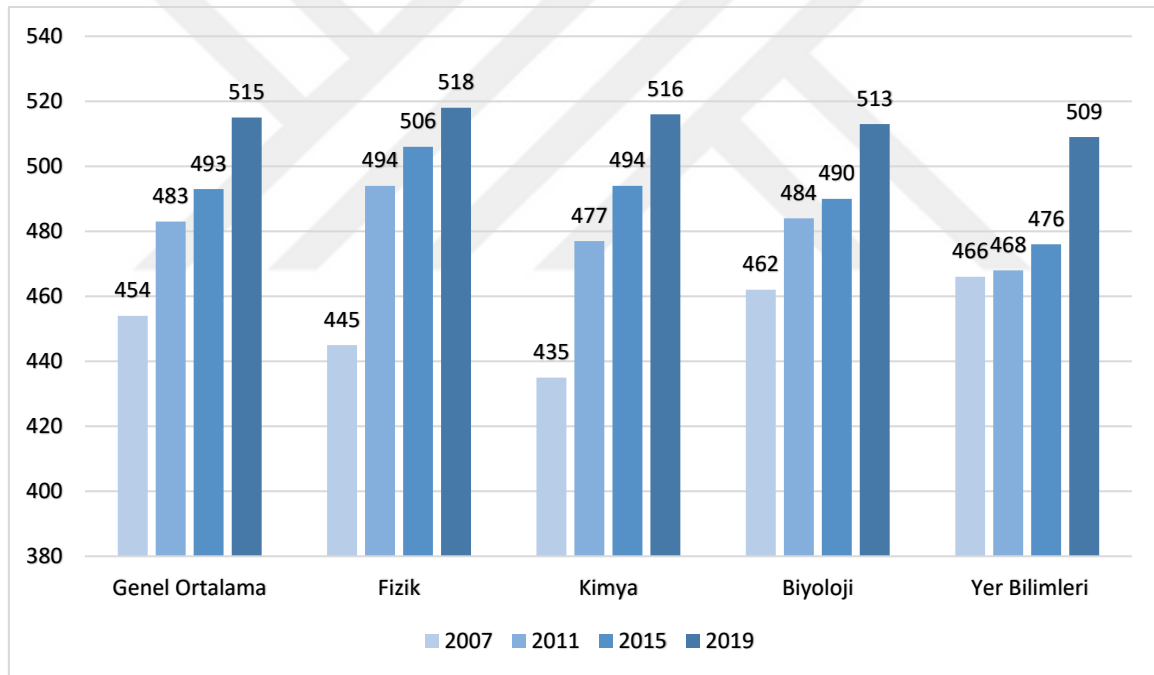
Şekil 1. TIMSS Öğretim Programı Modeli (Yücel, Karadağ ve Turan, 2013, 25).

TIMSS öğrenci başarısındaki uluslararası çeşitliliği açıklamak için ülkelerin öğretim programlarını temel almaktadır. TIMSS öğretim programlarının üç modeli Şekil 1’de görüldüğü gibi hedeflenen, uygulanan ve ortaya çıkan öğretim programı şeklindedir. Bu şekilde hangi tür öğretim programlarının, öğretim uygulamalarının ve okul

çevrelerinin daha yüksek öğrenci başarısı sağladığı konusunda veriler sağlayarak dünyanın farklı ülkelerindeki öğrenciler için matematik ve fen öğretimini karşılaştırmayı ve geliştirmeyi amaçlamaktadır.

TIMSS dünyada ilk defa 1995 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Türkiye ise ilk defa 1999 yılında sekizinci sınıf düzeyinde katılırken, 2003 yılında katılmamıştır. 1999 yılında Türkiye fen başarı sıralamasında 38 ülke arasında 33. olmuştur. Türkiye 8. sınıf fen ortalaması 433, uluslararası ortalama ise 488’ dir. İlk sırada 569 puanla Tayvan, ikinci sırada 568 puanla Singapur ve üçüncü olarak 552 puanla Macaristan yer almıştır. 2007 ve 2011 yıllarında dördüncü ve sekizinci sınıf düzeyinde katılırken, 2019 yılında ise yaş grubu ve uygulanan öğretim programı nedeniyle beşinci ve sekizinci sınıf düzeyinde katılım sağlamıştır (TIMSS, 2019).

Türkiye’nin TIMSS 2007 ve 2019 yıllarına ait fen bilimleri başarı puanları Şekil 2’ de verilmiştir.



Şekil 2. 8. Sınıf Fen Bilimleri Alanlarına Göre Türkiye'nin Durumu

2007 yılında Türkiye 8. sınıf fen ortalaması 454 puan ile uluslararası ortalama puanın (465) altında kalarak 45 ülke arasında 21. sırada yer almıştır. Türkiye ile benzer ortalamaya sahip ülkeler İran, Malta, Suriye, Kıbrıs Rum Kesimi’ dir (Şişman, Acat, Aypay ve Karadağ, 2011). 2011 yılında da sonuç çok fazla değişmemiş Türkiye 8. Sınıflar fen başarı sıralamasında 42 ülke arasında 21. Sırada yer almıştır. Uluslararası fen ortalama puanı 477 iken Türkiye ortalaması ise 483 puandır. Türkiye’nin fen ortalama

puanı artış gösterse de başarı sıralamasında çok fazla değişim olmamıştır. 2011 TIMSS sınavında Türkiye'nin fizik, kimya, biyoloji ve yer bilimlerine ilişkin doğru cevap oranları uluslararası ortalamaya yakın olduğu görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken durum en yüksek başarı gösteren Singapur, Çin-Tayvan, Kore gibi ülkeler ile Türkiye arasındaki farkın göz önünde bulundurulmasıdır. Gana, Fas, Endonezya gibi ülkelerin başarı oranlarının oldukça düşük olması uluslararası ortalama puanları düşürmektedir. Bu doğrultuda uluslararası ortalama puana olan yakınlık başarı kriteri olmamalıdır.

TIMSS 2015' de ise Türkiye'nin sekizinci sınıflar fen başarı ortalaması 2011 yılına göre 10 puan artsa da (493), uluslararası puanın (500) altında kalarak 39 ülke arasından Türkiye 21. sırada yer almıştır. Türkiye ile benzer ortalamalara sahip ülkeler arasında Malta, Birleşik Arap Emirlikleri, Malezya, Bahreyn gibi ülkeler yer almaktadır. Son olarak 2019 TIMSS sınavında TIMSS Ölçek orta noktası olan 500 puanın üzerine çıkarak 515 puanla 39 ülke arasında 15. sırada yer almıştır. Türkiye aralarında İtalya, Norveç, Fransa, Yeni Zelanda ve Romanya gibi ülkelerin olduğu 22 ülkeden daha yüksek başarı göstermiştir (Suna, Şensoy, Parlak ve Özdemir, 2020). Her ne kadar ortalama puan artsa da Ceylan, Yıldırım ve Yıldırım (2021)'in raporunda 2015' e kıyasla fen bilimlerinde sorulan ortak sorularda doğru cevap oranı %30 oranında artarken bazı sorularda da %15 düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte rapora göre Türkiye diğer ülkelere kıyasla uygulama sorularında zayıf kalarak 2019 yılında geriye gitmiş ve özellikle doğru cevaplanma oranı düşen soruların da bilme alanında yoğunlaştığı ortaya çıkmıştır. TIMSS araştırma sonuçlarına göre de Türkiye' deki öğrencilerin %13'ü fen bilimleri dersinde ileri düzey yeterliliğe sahipken, %12' si ise alt yeterlik düzeyine sahiptir. Bu anlamda başarımla birlikte başarısızlık oranının aynı olması incelenmesi gereken bir durumu ortaya koymaktadır.

Yapılan araştırmalara göre başarısızlık nedenleri arasında ders saati azlığı, anne-baba eğitim durumu, evdeki kitap sayısı, öğretmen özellikleri, fiziki şartlar, sosyoekonomik durum gibi birçok faktör ortaya çıkarılmıştır. Aktaş (2011)' in araştırma sonuçlarına göre 2007 TIMSS sınavında öğretmen yaşı, hizmet süresi ve mesleki doyum ile fen başarısı arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur. Abazoğlu (2016) TIMSS 2011 sonuçlarını değerlendirmiş ve fen başarısı ile evdeki kitap sayısı, bilgisayar ve internet erişimi, sosyoekonomik düzey gibi faktörler arasında doğru orantılı bir ilişki tespit etmiştir. Coşkun (2021) araştırmasında 2015 TIMSS sınavında öğrenci ve okul özelliklerinin etkisini incelemiştir. Evdeki eğitim kaynakları, fen öğrenmeyi sevme, değer

verme, derse katılım, okulun sosyoekonomik kompozisyonu, öğretmenlerin mesleki deneyimi, eğitim düzeyi, mezuniyet alanı, okulun kaynakları gibi değişkenlerin TIMSS sonucuna etkisini incelemiştir. Okul zorbalığı arttıkça başarının düşük olduğunu, okul güvenliğinin düşük olduğu bölgelerde başarının da düşük olduğuna ilişkin anlamlı sonuçlara ulaşmıştır. Pektaş (2010) araştırmasında 2007 TIMSS verilerinden yola çıkarak Türkiye’deki sekizinci sınıf öğrencilerinin fen başarısını etkileyen faktörleri analiz etmiş ve öğrencilerin tutum, öz yeterlik ve duyuşsal alanda davranışlarının olumlu etkilerinin TIMSS başarısını arttırdığını tespit etmiştir. Ceylan ve Berberoğlu (2007) fen bilimleri başarısını etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla TIMSS verilerini doğrusal yapısal modelleme tekniğıyle değerlendirmiş ve fen bilimleri başarısının en fazla öğretmen merkezli etkinliklerin ve öğrencinin derse yönelik tutumlarından etkilendiğini ortaya koymuştur.

Alan yazında araştırmaların büyük kısmı fen başarısı üzerine kurulu iken başarısızlığa neden olan faktörlerin nedenine değinilmemiştir. Eğer eğitimde derin çapta araştırmalar yapılmak isteniyorsa doğru cevaplarla birlikte yanlış cevaplara da odaklanmak gerekmektedir. Yanlış cevapların araştırılması öğrencilerin öğrenmeleri ve programların güncellenmesinde derin bir anlayış geliştirmeyi sağlar. Böylece sadece öğrencilerin bildikleri ve yapabilecekleri değil, sahip oldukları kavram yanlışları ve yanlış anlayışları da ortaya çıkar. (Önal ve Aydın, 2018). TIMSS bu anlamda önemli ve zengin bir veri kaynağı oluşturur.

Yanlış yapılan maddeler ve bu maddelerin altında yatan kavram yanlışlarının tespit edilmesi bağlamında Neidorf, Arora, Erberber, Tsokodayi ve Mai (2020) araştırma raporunda beş ülkenin (İtalya, Norveç, Rusya, Slovenya ve İngiltere) sahip olduğu kavram yanlışlarına değinmiştir. Maghsoudi (2015)’e göre TIMSS sınavları kavram yanlışlarının tespitinde oldukça önemli veriler sunmaktadır. Özellikle öğrencilerde dört yıl boyunca kavram yanlışlarının değişimini izlemek ve bu kavram yanlışlarının nedenlerini ortaya çıkarmak ve analiz etmek öğretim programlarının geliştirilmesinde önemli kaynak oluşturmaktadır.

Son yıllarda gündemde olan yapılandırmacı öğrenmeye göre öğrenme, zihne sürekli yeni bilgilerin eklenmesi değil, eski bilgilerle yeni bilgiler arasında ilişki kurulmasıdır. Bundan yola çıkarak öğrenci bilgileri zihninde yapılandırırken bilimsel gerçeklere aykırı kavramlar oluşturabilmektedir (Yürük ve Çakır, 2000). Fen alanındaki birçok terim günlük hayatımızda farklı şekillerde kullanılmaktadır. (Örneğin günlük hayatımızda sürat kavramı yerine hız kavramını kullanırız). Bu nedenle, öğrenciler bilim ve fen alanı ile

ilgili bir konuşma dinleyip, bir yazı okuduklarında karşılaştıkları bilimsel içerikli kelimeleri günlük hayatlarında kullandıkları şekilde yorumlamakta ve çoğu zaman bu yorum bilim ile çelişir nitelikte olmakta ve karşımıza kavram yanlışları olarak çıkmaktadır. (Köse, 2015).

Piaget'e göre kavram yanlışları bir yapı gibidir ve birbiri üzerine eklenir. Kavram yanlışları bilgi eksikliğinden oluşan bir boşluk gibi başlar ve bu boşluk niteliksiz öğretim, öğrencilerin var olan bilgileri veya deneyimlerle rastgele dolar. Öğrenci tarafından rastgele boşluk doldurma ile elde edilen bilgiler şüphesiz bir yere kadar başarılıdır ama bir noktadan sonra bu olay, karşımıza kavram yanlışlığı olarak çıkar (Rowell Dawson ve Harry, 1990).

Kavram yanlışlarını tespit etmek için kısa cevaplı testler, açık uçlu sorular, çoktan seçmeli sorular, iki ya da üç aşamalı teşhis testleri, mülakatlar kullanılabilir. 1980'lerden sonra özellikle birçok araştırmacı tarafından kullanılan ve Fen Bilimlerinde de kavram yanlışlarının tespit edilmesi amacıyla kullanılmaya başlanan teşhis testleri önem kazanmıştır. Çoktan seçmeli testlere ikinci bir aşamanın ilave edildiği iki aşamalı teşhis testleri, öğrencilerin muhtemel yanlışlarına veri elde edilmesini sağlamaktadır. Öğrencilerin birinci aşamada kendilerine verilen seçeneklerden en uygun olanını işaretlemeleri, ikinci aşamada da verdikleri cevabı gerekçeleri ile açıklamaları beklenmektedir (Gödek, Polat ve Kaya, 2018). Testin ikinci bölümü, kavram yanlışlığına bağlı literatürden faydalanan alternatif kavramların varlığını da belirlemek adına hazırlanan açık uçlu sorulardan oluşmaktadır (Mann ve Tregust, 1998). Bu testler öğretmenin öğrencilerdeki kavramın anlaşılma düzeyi hakkında ve özellikle program geliştirme çalışmalarında etkili bir kaynak oluşturur (Çepni ve Çil 2009).

Günümüzde iki aşamalı teşhis testlerinin en iyi örneğini PISA ve TIMSS sınavlarındaki sorular oluşturmaktadır. PISA ve TIMSS ölçeğindeki sınavlar öğrencilerin kavramları tam anlamıyla öğrenip öğrenmediği ve bu kavramların günlük hayattaki uygulamaları ile ilgilidir. Dolayısıyla öğrencilerin bu tür soruları çözmek için sadece kavramlar hakkında bilgi sahibi olmaları yetmez aynı zamanda kavramların öğrenimini gerekçelendirmeleri ve bir dayanak noktasına oturtmuş olmaları gerekmektedir (Çepni, 2016).

Bugün tüm dünya üzerinde ve Türkiye' de öğretim programları tasarlanmakta ve değişen koşullara göre güncellenmektedir. Bu anlamda fen öğretim programlarının kalitesini değerlendirmek ve öğrenci başarılarını arttırmak amacıyla sağlam bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bilimin doğasının öğretimi konusunda evrensel bir anlaşma

olmamasına rağmen her birey tarafından anlaşılması gereken temel bilimsel kavramlar, düşünceler hakkında fikir birliği vardır. Bu noktada ülkeler uluslararası gerçekleştirilen çalışmalara katılarak eğitim sistemlerini karşılaştırarak ihtiyaçlarını belirlemektedirler. TIMSS, PISA (International Programme for Student Assessment) ve ROSE (The Relevance of Science Education) gibi araştırmalar bu anlamda kayda değer veriler sunmaktadır. Özellikle TIMSS ortaokul düzeyinde, Fen Bilimleri ve Matematik alanına odaklanan bir araştırmadır (Gök ve Sayıcı, 2022).

Fen Bilimleri öğretim programlarında eksikliklerin küresel çapta belirlenmesi amacıyla bu araştırmada TIMSS verilerinden yola çıkılmıştır. Fen bilimleri alanında TIMSS sınavında yapılan maddelerin incelenmesi, yanlış maddelerin ortaya çıkarılması ve bu yanlışların kavram yanılgıları boyutuyla incelenmesi alan yazında bir boşluk oluşturmaktadır. Böylece tespit edilen bulguların dikkate alınarak hazırlandığı fen öğretim programları bir önceki programa göre daha nitelikli olacaktır.

Öğrenme-öğretme sürecinde, öğretim programları temelinde hazırlanan ders kitapları büyük rol oynamaktadır (Ball ve Cohen, 1996). İlk sınıfların kitaplarında, kavram yanılgılarına neden olabilecek içeriğin bulunması, ileri sınıflarda öğrencilerin akademik başarısızlığıyla sonuçlanabilmektedir. Örneğin, üçüncü sınıf konusu olan ‘madde’ işlenirken ‘kütle’ kavramı doğru anlaşılmazsa, ilerleyen sınıflarda öğrencinin karşılaşacağı ‘ağırlık’ kavramının öğrenilmesinde zorluk yaşanacaktır (Koray ve Tatar, 2003). Bu şekilde oluşan yanlış öğrenmeler, daha ilerleyen düzeylerde ‘Newton’ın hareket yasası’ kavramları ile karşılaşıldığında içinden çıkılmaz bir hâl alacaktır. Bundan dolayı, öğretim programlarının ve ders kitaplarının geliştirilmesinde kavramların aşamalılığı dikkate alınarak, olası kavram yanılgılarını engellemek için ders kitaplarının düzenlenmesi önem taşımaktadır.

Bu nedenle Türkiye’ nin TIMSS sınavında fen bilimleri alanında başarısızlığı göz önünde bulundurulduğunda, bu araştırmada TIMSS sınavında cevaplanan fen bilimleri 8. sınıf maddeleri araştırmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Bu noktadan hareketle araştırmada öğretim programları ve ders kitapları ilgili kavram yanılgıları boyutuyla incelenmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı 2007 yılından 2019' a kadar Türkiye'nin katıldığı TIMSS sınavlarında, öğrencilerin fen bilimleri testinde yaptığı yanlışları belirlemek ve bu yanlışlardan yola çıkarak kavram yanlışlarını, bu kavram yanlışlarının yıllara göre değişimini belirlemek, ortaya çıkan kavram yanlışlarının bu süreç içerisinde değişen ve gelişen fen programları ve ders kitaplarında nasıl ele alındığını incelemektir. Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. 2007, 2011, 2015 ve 2019 yıllarında TIMSS sınavında Fen Bilimleri alanında belirlenen kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarına ilişkin öğretmen görüşleri nelerdir?
2. Belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimi nasıl olmuştur?
3. Belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin kazanımlar 2000 yılından günümüze kadar değişen fen bilimleri öğretim programları ve ders kitaplarında nasıl ele alınmıştır?
4. Kavram yanlışlarının nedenleri ve giderilmesine ilişkin öğretmen görüşleri doğrultusunda öneriler nelerdir?

Araştırmanın Önemi

Dünyada ve Türkiye' de öğretim programlarının amaçlarına ne kadar ulaştığının tespit edilmesi, eksikliklerin giderilmesi, durum analizi yapabilabilmesi adına ulusal ve uluslararası sınavlar önemli veri kaynağı oluşturmaktadır. Ülkeler sınav sonuçlarını analiz ederek eğitim sistemlerine ilişkin düzenlemeler yapmaktadır. Bu doğrultuda fen bilimlerindeki gelişmelere paralel olarak fen öğretim programları da yenilenmekte ve yapılandırılmaktadır (Küçükylmaz, 2014).

TIMSS sınavında Türkiye 2019 yılına kadar ortalamaların altında kalarak başarısız ülkeler arasında yer almış, 2019 yılında ilk defa ortalamanın üstünde puan alarak başarı sıralamasını arttırmıştır. Fakat başarının artmasının yanı sıra madde bazında ele alındığında yanlış yapıma oranlarının devam ettiği, hatta yanlış oranının giderek arttığı maddeler tespit edilmiştir. Bu anlamda başarı artsa da Singapur, Güney Kore, Finlandiya gibi ülkelerle kıyaslandığında Türkiye başarısız konumda yer almaktadır.

TIMSS 2015 yılından itibaren birçok maddeyi kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla hazırlamış ve konuya dikkat çekmiştir. Bu bağlamda TIMSS'in amaçlarından biri de dördüncü sınıftan itibaren öğretim sürecinde kavram yanlışlarını belirlemek ve nedenlerini analiz etmektir. Özellikle düşük puan ortalamaları olan ülkelerin başarısızlık nedenlerini araştırmaları ve bu başarısızlığın altında yatan kavram yanlışlarını araştırmaları derin bir araştırma yapmayı gerektirir. Sistemik olarak tekrarlanan hatalar ve yüksek oranda yanlış yapılan sorular kavram yanlışlarının kanıtı olabilmektedir. Kavram yanlışlarının belirlenmesi ve öğretmenlerin de bu konuda bilgilendirilmesi kavram yanlışlarının derinleşmesini ve öğrencilerin süreçte hata yapmalarını önlemektedir (Maghsoudi, 2015).

Ulusal ve uluslararası sınavlara yönelik araştırmalar öğrencilerin doğru cevapları üzerinden başarılarını sıralarken, alan yazında yanlış cevapların araştırılmasına ise daha az yer verilmektedir. Yanlış cevapların temelini anlamak eğitim araştırmalarının önemli bir alt boyutudur. Bu nedenle yanlış cevapların öğretim programlarındaki yerini anlamak eğitimin geliştirilmesinde önemli bulgular sunar ve bireyin öğrenmesi üzerinde derin bir anlayış geliştirmesine olanak sağlar. Sistemik olarak tekrarlanan yanlış cevapların, bunların altında yatan kavram yanlışlarının belirlenmesi, geliştirilecek öğretim programları ve ölçme-değerlendirme yöntemleri için veri sağlar (IEA, 2018).

Bu araştırma Fen Bilimleri alanında belirlenen kavram yanlışlarının genel çerçevesini belirlemek ve gelecekteki öğretim programlarına ışık tutmak açısından önemlidir. Belirlenen kavram yanlışlarının hangi konularla ilişkili olduğu ve bu konuların nasıl tasarlandığını tespit etmek öğretim programları güncellenirken katkı sağlayacaktır. Araştırma kavram yanlışlarının belirlenmesi ve ilgili kavramlara yönelik kazanımların programda hangi sınıf düzeyinde nasıl ele alındığını inceleyerek öğretim programının içerik boyutuna yönelik çıkarımlar ortaya koyması açısından önemlidir.

Araştırma sonuçlarının fen bilimleri ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek özellikleri ortaya koyması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Kavram yanlışlarının oluşmaması veya var olan kavram yanlışlarının giderilmesi için öğretmenlerle yapılan görüşmeler ünitelere ilişkin ön öğrenmeler ve kritik öğrenmelerin neler olduğunun ortaya çıkarılması yönüyle de araştırma önemlidir.

TIMSS sonuçları ışığında belirlenen kavram yanlışlarının öğretim programlarına ilişkin yapılacak geliştirme çalışmalarına önemli katkı sağlaması, öğretim programı ve ders kitabı tutarlılığının sağlanması açısından alayazına anlamlı katkı sağlayacağı

düşünülmektedir. Aynı zamanda, Fen öğretimine ilişkin tartışmalarda “Nasıl bir fen öğretim programı olmalı”? sorusuna yönelik fen öğretim programlarını anlamlandırma, hataları giderme ve öğretim programlarını kavram yanılgıları açısından incelemeye dönük veri kaynağı olacaktır.

Sınırlılıklar

Bu araştırma 2007 yılından 2019 yılına kadar Türkiye’nin sekizinci sınıf düzeyinde katıldığı TIMSS sınavı Fen bilimleri testi ve IEA tarafından araştırmacıya verilen kısıtlı maddeler ile sınırlandırılmıştır. İncelenen maddeler IEA ile anlaşma gereği bulgulara paylaşılmamıştır. 2007 ve 2011 yılına ait maddelerin ilgili internet adresi verilirken 2015 ve 2019 yıllarına ait maddeler izin gereği 5 madde ile sınırlandırılmıştır. Öğretim programları incelenirken sadece ilgili kavram yanılgısına karşılık gelen kazanımlar ele alınmıştır. Ders kitaplarına yönelik inceleme Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda okutulan Mili Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan ortaokul ders kitapları ve belirli yıllarda MEB tarafından özel yayınevleri tarafınca hazırlanan ortaokul (5., 6., 7., ve 8. sınıf) ders kitaplarından bir tanesi ile sınırlandırılmıştır.

Tanımlar

Kavram: Objeye ya da olgulara ait insan zihninde beliren ortak özelliklerin bütünüdür.

Kavram yanılgısı: Belirli bir konu ile ilgili doğru olmayan düşünce, bilimsel olmayan bilgi ve yorumlardır (Kabapınar, 2003).

IDB Analyzer: IDB Analyzer programı geniş ölçekli test verilerinde örneklem ağırlıklarını ve olası değerleri dikkate alarak t-testi yapabilen bir programdır (IEA, 2019).

Fen Bilimleri: Doğal çevre ile iç içe bir süreç sonucunda ortaya konulan ürünün süreç ile bağlantılı olmasıdır. İlaveten gözlem sonucu elde edilen olayları ve olguları organize bir şekilde araştırarak henüz gün yüzüne çıkartılmamış durum ve olaylar hakkında akıl yürütme ve tahmin etme çabası şeklinde tanımlanabilir (YÖK, Dünya Bankası, 1997).

Öğretim Programı: Program, öğrencilerde gözlemlenmek istenen durumları, davranışları, konu kazanımlarını ayrıca bu özelliklere ait değerlendirmeleri ve geri dönütleri bünyesinde barındıran bütünlüktür (Sönmez & Alacapınar, 2020). Aynı

zamanda eğitim programı kapsamında yer verilen genel olarak bilgileri bazı okullarda farklı uygulama alanlarına sahip önceden planlı ve belirlenen bilgi becerileri kazandırılmaya yönelik program olarak tanımlanır (Varış, 1994).



BÖLÜM 2

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

“Milletleri kurtaranlar yalnız ve ancak öğretmenlerdir. Öğretmenden eğitimci mahrum bir millet henüz millet namını almak yeteneğini elde edememiştir. Ona basit bir kütle denir, millet denmez.” Mustafa Kemal Atatürk (14.10.1925 İzmir Erkek Öğretmen Okulunda)

Bu araştırma kapsamında fen bilgisi öğretimi, fen bilgisi öğretim programı, TIMSS sınavları ve kavram yanılgıları ile ilgili yapılan araştırmalar incelenmiştir.

Fen Bilimleri Eğitimi ve Öğretimi

Eğitim, doğumumuzdan başlayıp ölümümüze kadar devam etmekte olan uzun bir süreçtir. Bu süreç içerisinde bireyler çeşitli bilgi, tutum, kabiliyetler vb. kazanır (Erden, 2011). Varış (1998, s. 12)’ a göre eğitim “Bireyin var olduğu toplumda davranış biçimleri edindiği sürecin toplamıdır”. John Dewey’ e göre eğitim hayata hazırlık değil, hayatın kendisidir. Eğitim tanımlarının ortak yanı, davranış değiştirme, davranış oluşturma amaçlanmasıdır (Ertürk, 1998).

Fen, fiziksel ve biyolojik dünyayı tanımlayabilme ve açıklayabilmek amacıyla deneysel ölçütleri de kapsayan araştırma ve düşünme biçimidir (MEB, 2006). Fen doğal çevreyi incelemeye yönelik bir süreç olup, bu sürecin ürünü olan organize bilgilerin kurulu bütünüdür (Kaptan, 2004). Bilimsel bilgiler topluluğu olarak ifade edilen fen bilgisi, genel olarak, bilginin tabiatını düşünme, var olan bilgi birikimini anlama ve yeni bilgi üretme sürecidir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997).

Çağa uygun bireylerin yetiştirilmesi ülkelerin gelişmesi ile paralellik göstermektedir. Bu anlamda donanımlı ve ülkenin gelişimine katkı sağlayacak bireylerin yetiştirilmesinde fen bilimlerinin etkisi yadsınmaz bir gerçektir.

Bilgi ve teknolojiadaki gelişmeler akla ilk olarak fen bilimleri ve fen eğitimi getirmektedir. Yaşadığımız dünyada tüm ülkeler, güçlü bir gelecek oluşturabilmek için her bir vatandaşın iyi bir eğitim-öğretim sürecinden geçmesinin gerektiğini, özellikle fen

ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesinin gerektiğini ve bu süreçte fen eğitiminin etkin rol oynadığının önemini vurgulamaktadır (Eş ve Sarıkaya, 2010).

Fen bilimleri eğitimi bireyin soluduğu hava, çevresindeki canlı ve cansız varlıkların, yediği, içtiği besinlerin, kullandığı elektriğin, var oluş biçimi kısacası hayatın kendisinin eğitimidir (Kiremit ve Gökler, 2010, s. 42). Fen bilimleri eğitimi genel olarak gelecekte var olacak yeni kuşakların ve şu an ki toplumumuzun bilimsel okuryazarlığını artırma gereksinimini karşılamaktadır. Tuzcu (2011) fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken temel hedefleri şu şekilde sıralamıştır:

- Bilimsel bilgiyi bilme ve anlama
- Araştırma-keşfetme
- Hayal etme ve geliştirme
- Değer verme
- Kullanma ve uygulama

Toplumun gereksinimi olan nitelikli insan gücünün karşılanması amacı doğrultusunda fen eğitimi ile bireyin bilim ve toplumla ilgili konularda etkili kararlar alması, bireyin fen ağırlıklı iş alanlarına hazırlanması ve akademik alanda hayatlarını devam ettirmesi için ihtiyaç duyulan bilginin kazandırılması amaçlanmaktadır (Kiremit ve Gökler, 2010). Nitelikli insan gücünün yetişmesi ancak nitelikli eğitim kurumlarının varlığı ile gerçekleşir. Nitekim eğitimden söz edebilmek için nitelikli öğretim programlarına ihtiyaç vardır.

Gelişmiş ülkelerin sistemleri incelendiğinde, “çağdaş eğitim programlarına sahip oldukları gözlemlenmiştir. Bu sebeple gelişim ve değişimlere hem bireylerin hem de toplumların uyum sağlayabilmesi için çağdaş, yenilikçi, dünyadaki gelişimlere uyum gösteren eğitim programlarına sahip olmak, bir koşul niteliğindedir. Her konuda olduğu gibi eğitim konusunda da gelişim v değişim esastır, bu nedenle eğitim programlarının gelişen ve değişen topluma bağlı kalarak geliştirilmesi ve güncellenmesi gerekmektedir. Program geliştirme tanım olarak eğitim programlarının tasarlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve değerlendirme sonucu elde edilen veriler ile yeniden düzenlenmesidir. Yani program geliştirme süreklilik isteyen bir çalışmadır (Erden, 2011).

1924 yılı itibariyle Türkiye Cumhuriyeti’nde ilkokul programlarında köklü değişikliğe gidilmiştir. Tevhid-i Tedrisat Kanunu ile öğretim birliği sağlanmış ve 1926 yılında hazırlanan “İlk Mektep Müfredat Programı’nda” John Dewey’ in “Hayat Bilgisi, Toplu Tedris ve İş Okulu” kavramlarına yer verilmiştir. Önceki programda Tabiat

Tetkiki, Müsamahat, Tarih, Coğrafya derslerinin Hayat Bilgisi adı altında birinci devrede verilmesi planlanmıştır (Hazır Bıkmaz, 2001).

Cicioğlu, 1926 yılından sonra yeni inkılapların yapılması, değişen ve gelişen hayat şartları gereğince 1936 yılında öğretim programlarında yeniden yapılanmaya gidilmiştir. Bu programda ilköğretimde toplu öğretim metodu benimsenmiş, üçüncü sınıfın sonuna doğru öğrencilerin olayları ve cisimleri bilimsel kurallara göre inceleme yeteneklerinin artırılması amacıyla hayat bilgisi dersi dallara ayrılmış ve dördüncü sınıfta tarih, coğrafya, yurt ve tabiat bilgisi derslerinin işlenmesi kabul edilmiştir (Aktaran: Hazır Bıkmaz, 2001).

1948 programında Fen Bilgisi dersinin adı “Tabiat Bilgileri” olmasından yola çıkarak bu dersin insanların tabiatla olan ilişkilerine yön vermek olduğu söylenebilir. Bu programın amaçları arasında çocuklara tabiat olayları, evren, insan ve varlıklar hakkında küçük yaşlarda merak uyandırmak, inceleme, gözlem yapma ve bilimin insan yaşayışına sağladığı katkıları ifade etmek olmuştur. Aynı zamanda öğrencilere yurdun doğal güzelliklerini, toprak verimini, orman ve ürünlerini tanıtmak ve bunları yurt ekonomisi bakımından inceleyerek koruma alışkanlığı kazandırmak olmuştur (Fen Bilgisi Programı, 1948). 1948 programında Fen bilimleri dersine ait konular birinci aşamada “Hayat Bilgisi” üniteleri içinde, ikinci aşamada ise “Tabiat Bilgisi”, “Tarım-İş” ve “Aile Bilgisi” üniteleri içinde bulunuyordu. Çocuklara doğrudan deney ve gözlem yapma yoluyla bilgi kazandırmayı amaçlayan bu programla öğrencilere bilimsel yöntemle düşünme becerisi kazandırmak amaçlanmıştır. (Ünal, 2013).

1948 ilkokul programı öğrencilerin psikolojik ihtiyaçlarına ve öğretim amaçlarına göre yeniden düzenlenerek Türkiye Eğitim Milli Komisyonu Raporu hazırlanmıştır. Bu raporla MEB, bir genelge ile öğretmenlerin ve çeşitli eğitim kuruluşlarının görüşlerini istemiş, böylece 1968 programının temelleri atılmıştır (Hazır Bıkmaz, 2001).

1968- 1969 yılında uygulamaya konulan fen dersi programı uzun bir değerlendirme ve deneme sürecinden sonra uygulanmaya başlanmıştır. Dersin o zamanlardaki ismi “Fen ve Tabiat Bilgisi” dir. Programın taslağı 1962 yılında çok partili hayata geçiş neticesinde daha fazla demokrasiye ihtiyaç duyulması sebebiyle hazırlanmış ve 1968 yılında uygulamaya geçmiştir. Bu program diğer programlardan farklı olarak bireye daha fazla önem vermiş ve çocuğa gereksiz bilgiler vermekten uzak durmuştur. Özellikle çocuğa günlük hayatta karşılaştığı problemleri bilimsel bir süreç içerisinde çözme yetkisi kazandırmaya ve çocuğun merak ve ilgisini geliştirmesine dikkat çekmiştir (Gücüm, 1998).

1968 programında 1948 programında olduğu gibi fen bilimlerine ait konular ilkokulun birinci aşamasında “Hayat Bilgisi” üniteleri içinde yer verilmiştir. Bu programda “Tabiat Bilgisi”, “Aile Bilgisi” ve “Tarım-İş” dersleri “Fen ve Tabiat Bilgileri” olarak değişmiştir. Hayat Bilgisi programının açıklamalar bölümü yine “Hayat bilgisi dersi bir gözlem, iş ve deney dersidir” cümlesiyle başlamakta ve bu açıklama derse bir fen dersi olma özelliği katmaktadır (Kaptan, 1999). 1974 ilkokul fen bilimleri programına baktığımızda, bu programda dersin adı “Fen Bilgisi” şeklinde değiştirilerek ünitelerde içerik olarak birtakım değişiklikler yapılmıştır (Değirmenci, 2007). 1977 ilkokul programında fen bilimleri programı 1974 programı ile karşılaştırıldığında bazı ünitelerin yerlerinin değiştirildiğinin, içeriğin ise neredeyse aynı kaldığı görülmektedir (Kaptan, 1999).

1990 yılında Dünya Bankası ile imzalanan ikraz anlaşması, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi olarak bilinen, ilköğretim ve ortaöğretimde kaliteyi ve öğrenci başarısını artırarak OECD ülkeleri ortalamasına yaklaştırmak ve öğretmen eğitiminde kaliteyi ve geçerliliği artırarak OECD ülkelerindeki standartlara ulaştırmak hedeflenmiştir (Hazır Bıkmaz, 2001).

1992 yılında ilkokul programında fen konularının ilk üç sınıfta Hayat Bilgisi dersi kapsamında, ilköğretim 4. sınıftan 8. sınıfa kadar fen bilgisi kapsamında uygulanması uygun görülen 1992 programı (Hazır Bıkmaz, 2001), bir bütünlük içerisinde ve konuların kendi içerisinde tutarlı olması gerekliliğine uygun olarak hazırlanmıştır (Ocak, 2016). Konu içeriklerine yer verilen bu programda “Dünyamız ve Gökyüzü” ünitesine ait amaç cümlecisi “Dünya hakkında bilgi edinme” olarak belirtilmiştir. Teknolojik gelişmeleri de kapsayan bu programda özellikle Atatürkçülük konularına ağırlıklı olarak yer verilmiştir (Ertuğrul, 2008).

1997 yılında sekiz yıllık kesintisiz temel eğitim uygulanmaya konmuştur. MEB fen bilgisi programına ilişkin çalışmalarına devam ederken, aynı zamanda ders kitaplarının yeniden yazılması, öğretmen kılavuz kitapları ile öğrenci çalışma kitaplarının hazırlanması çalışmalarını komisyonlarla yürütmüştür. Talim ve Terbiye Kurulu’nda hazırlanan fen bilgisi öğretim programı 2001-2002 öğretim yılında uygulanmak üzere kabul edilmiştir (Hazır Bıkmaz, 2001).

2000 yılının Kasım ayında yayınlanan 2518 sayılı Tebliğler Dergisinde İlköğretim Okulu Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programı yayınlanmış ve 2001 eğitim öğretim yılından itibaren ülke genelinde uygulanmaya başlanmıştır. Programda 4. sınıftan 8. sınıfa kadar öğretim seviyeleri bir arada ele alınmıştır. Her bir öğretim kademesinde öğretilen

konuların bir sonraki sınıf seviyesine temel oluşturması sağlanmaya çalışılmıştır. Programda Türk Milli Eğitiminin amaçlarına, ilköğretimin amaçlarına, programın vizyonuna yer verilmiştir. Programın fen okuryazarı bireyler yetiştirmeyi hedeflediği ifade edilmiştir. 2000 Fen Bilgisi programı ile bilimsel gelişmelerin önemini anlayan, bu gelişmelerin topluma ve çevreye etkilerini fark edip değerlendirebilen, yapıcı, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, sorunları bilimsel yollarla çözebilen, doğru kararlar verebilen, edindikleri bilgi ve bulguları başkalarıyla paylaşabilen ortak çalışmaya yatkın, özgüveni yüksek, uygar bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiştir. Bu program ile öğrencilerin yapıcı, yaratıcı, eleştirel ve bilimsel düşünebilme yeteneklerini ön plana çıkarmak hedeflenmiştir. Öğrencilerin yapacakları etkinliklerle bilgiye kendilerinin ulaşmalarını, edindikleri bilgileri analiz edebilmelerini ve bu bilgilerden yola çıkarak yaratıcı yönlerini geliştirmeleri, evre ve doğa bilinci kazanmalarını amaçlamıştır (MEB, 2000, s. 5). Programda ğrencilerin yeni teknolojileri anlayabilen, kullanabilen ve yenilerini geliştirebilen bireyler olarak yetiştirilmesi açıkça ifade edilmiş ve programın ğrenci merkezli bir program olduğu açıkça vurgulanmıştır (MEB, 2000). Bu program, çevreleri ve dünya ile aktif bir biçimde ilgilenen, anlamlı sorular sorup gözlem ve deneylerle veriler toplayan ve bunları analiz edebilen, edindikleri bilgileri sözle ve yazıyla sunarak başkalarıyla uygarca iletişim kurabilen, sorumlu davranan, bilgili ve yetenekli, fen dalında okur–yazar bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Programın hedefine ulaşmasında *yapıcı–yaratıcı* yöntem benimsenmiş ve bu nedenle program *ğrenci merkezli* olarak hazırlanmıştır (Dindar ve Taneri, 2011).

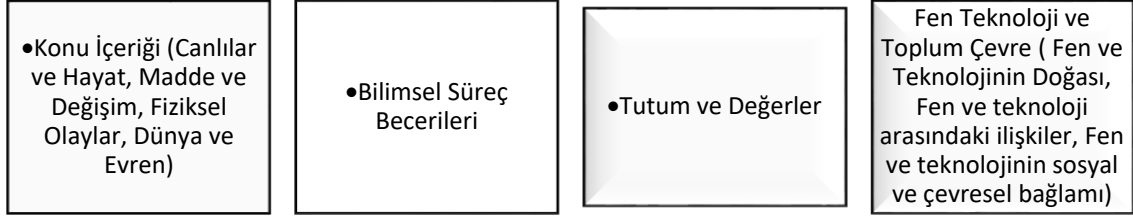
2000 yılında hazırlanan Fen Bilgisi programının amacı, ğretmen merkezli eğitimi kaldırıp, onun yerine öğrenciyi ezbercilikten kurtarmak, aktif katılımıyla onu düşünmeye, gözlem yapmaya, araştırmaya, sorgulamaya, eleştirmeye, günlük yaşamla ilişki kurmaya, sorunlarını bilimsel yöntem basamaklarıyla çözmeye yönlendirmektedir (MEB, 2000).

2000 yılında yapılan ğretim programı 2004 yılında değiştirilerek yeni programa pilot uygulama ile geçiş yapılmıştır. Komisyon yeni programı 2000 yılında uygulamaya konulan fen programını analiz edip program hakkındaki görüşleri değerlendirerek gelişmiş ülkelerde uygulanan çok sayıda fen dersi programını ve uluslararası fen eğitimi literatürünü izleyerek Türkiye’deki birçok bölgenin koşul ve olanaklarını dikkate alarak hazırlamıştır (MEB, 2006, s. 4). Bu program ile davranışçı program yaklaşımından yapılandırmacı bir yaklaşıma geçilmiştir. Merkeze ğrenci alınmıştır ve program etkinlikler ile zenginleştirilmiş, lme ve değerlendirme anlayışında sonuca değil, süreci

değerlendiren bir anlayışa geçilmiştir (Akbaba, 2004, s. 30). Fen Bilgisi öğretim programına teknoloji kavramı da eklenerek dersin yeni adı Fen ve Teknoloji olarak değiştirilmiş ve haftalık ders süresi üç saatten dört saate çıkartılmıştır (MEB, 2005). Program dördüncü sınıftan sekizinci sınıfa kadar bir bütün oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Bu program dokuz il ve 120 pilot okulun birinci kademesinde uygulandıktan sonra 2005–2006 öğretim yılında da yeni ilköğretim müfredatı, resmi olarak bütün okulların ilk kademesinde uygulanmaya başlanmıştır. Aynı yıl ilköğretim okullarında ikinci kademenin altıncı sınıflarında da pilot olarak uygulamaya başlamış, ardından 2006–2007 öğretim yılında tüm ilköğretim ikinci kademenin altıncı sınıflarında program resmen uygulamaya konulmuştur (Kırıkkaya, 2009). 2004 programı geliştirilirken yapılandırmacı yaklaşım temel alınmıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenci aktiftir, öğrenci merkezdedir ve öğretmen rehber roledir. Bilgiye öğrenci kendisi ulaşır, öğretmen kılavuzluk yapar. 2005 programında temel alınan öğrenme teorisi yapılandırmacılık, bu teoriye dayalı olarak benimsenecek strateji yöntem ve teknikler program kitabında açıklanmıştır. 5E öğrenme modeline uygun ders işlenmesi vurgulanmıştır. Aynı zamanda Millî Eğitim Bakanlığı tarafından 2004-2005 öğretim yılının başında Fen Bilgisi dersinin adı Fen ve Teknoloji olarak değiştirilmiştir. MEB (2007, s. 34), 2005 yılında hazırladığı Fen ve Teknoloji Dersi Yeni Öğretim Programı'nda temel amaç olarak belirlenen fen okuryazarlığı için 7 boyut oluşturmuştur:

- “1. Fen bilimleri ve teknolojinin doğası,
2. Anahtar fen kavramları,
3. Bilimsel Süreç Becerileri,
4. Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre ilişkileri,
5. Bilimsel ve teknik psikomotor beceriler,
6. Bilimin özünü oluşturan değerler,
7. Fen'e ilişkin tutum ve değerler”

Programın vizyonu bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencileri fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirmek hedeflenmiştir. Programda konu içeriği sarmal bir yaklaşım ile düzenlenmiştir. Sarmal konu içeriği düzenine göre öğretilecek konular dördüncü sınıftan sekizinci sınıfa doğru gittikçe derinleşen ve genişleyen bir yapıda öğretilmektedir. Programın ilgili diğer derslerin programlarıyla paralelliği ve bütünlüğü gözetilmiştir. Ayrıca uygun olan yerlerde, işlenen konunun katkıda bulunduğu ara disiplin kazanımlara gönderme yapılmıştır (MEB, 2005). Fen ve Teknoloji dersi öğretim programının öğrenme alanları dört ana başlıkta toplanmıştır (MEB, 2005). Bunlar;



Şekil 3. 2005 Fen ve Teknoloji Öğretim Programında Öğrenme Alanları

Şekil 3’de görüldüğü üzere öğrenme alanları daha önceki programlarda yedi iken dört alanda ünitelendirme yapılmıştır. Bu alanlar için öngörülen kazanımların birkaç haftalık ünitelerin konusu olamayacağı; anlayış, beceri, tutum ve değerlerin fen dersinin bütünü içinde ve ilk dört öğrenme alanının kazanımları ile ilişkilendirileceği hesaba katılmalıdır (MEB, 2005). Bu programda söz konusu üniteler organize edilirken bazı temel anlayışlar ve hareket noktaları belirlenmiş ve bu ana ilkelere uyumlu kazanım ve etkinlik seçimine gidilmiştir.

2005 öğretim programı, öğrenci odaklı olması, öğrenciden bilgiyi ezberlemesi yerine yorum katmasının istenmesi, işbirliği ile çalışmaya yakın olması, sadece yazılı ve sözlü not değerlendirmesi dışında alternatif değerlendirmelere imkan vermesi ve sonuç yerine sürece odaklanması bakımından önemlidir (Çepni ve Çil, 2009). Programda özellikle vurgu yapılan fen okur yazarı bireyler, fen bilimleri içeriğindeki ‘Biyoloji’, ‘Fizik’, ‘Kimya’, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri’, ‘Sağlık ve Doğal Afetler’ ile doğal çevrenin buluşuna ait bilimsel süreç becerilerine yetkindirler. Aynı zamanda ilgili programla yetişen bireyler, toplumu ilgilendiren sorunların aşılmasında sorumluluk alır ve iş birliği dahilinde problemlere çözüm önerileri üretebilir (Kayacan, 2022). Gelişim düzeyi ve bireysel farklılıklara yönelik ilke dahilinde şahsi eğitime ihtiyacı olan öğrenciler için Bireyselleştirilmiş Eğitim Planı hazırlanarak kazanımlar düzenlenirken bilimsel bilginin; davranış, duyuş ve günlük yaşamla ilgili ilişkileri dikkate alınarak şekillendirilmesi öngörülmüştür (MEB, 2005).

Bu programda ABD, Kanada, Singapur, İrlanda gibi ülkelerin programları ve fen eğitimindeki dünyadaki yeni gelişmeler dikkate alınmıştır. Bununla birlikte programın zayıf yönleri de bulunmaktadır. Özellikle programlarda yapılandırmacı öğrenme teorisinin felsefesine uygun olarak işlenmemesi ve program kitabı, öğretmen kılavuz ve öğrenci ders kitapları incelendiğinde ders işlenişinde izlenen süreç yapılandırmacı öğrenme teorisinin felsefesi ile tamamen örtüşmemesidir. Öğretim programlarının içerdiği kazanımlar öğrenme alanlarına göre analiz edildiğinde birçok kazanımın bilişsel

öğrenme alanı ile ilişkili olduğu, kazanımların çok azının tutum ve değerler öğrenme alanı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak öğretmenleri hizmet içi eğitimlerinin teori ağırlıklı olması, pratikte neyi nasıl yapacakları hakkında yeterli bilgiye sahip olmadan program uygulamaları da sorun olmuştur (Çepni, 2018).

2013 yılına gelindiğinde ise programın çağın koşulları ve bilimsel gelişmeler doğrultusunda yeniden geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuş ve yapılan çeşitli değişikliklerle birlikte dersin yeni ismi de Fen Bilimleri olarak değiştirilmiştir (Karatay, Timur, & Timur, 2013). Türkiye’ de zorunlu eğitim, 30 Mart 2012 tarihinde kabul edilen ‘‘6287 sayılı İlköğretim ve Eğitim Yasası’’ ile 12 seneye çıkarılmıştır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2014). Bu şekilde 8 yıllık zorunlu eğitim kişilerin 4 yıl ilkokul ve 4 yıl da ortaokul olmak üzere eğitim görecekları iki kademeye ayrılmıştır (Toraman & Alcı, 2013). 2005-2006 eğitim öğretim yılında ülkemizde ilk kez Fen Bilimleri Öğretim Programı uygulanmaya başlanmıştır ve bu program yapılandırmacı (constructivist) öğrenme kuramına göre geliştirilen bir programdır. Fen Bilimleri dersi üçüncü sınıftan itibaren okutulmaya başlanmıştır. İlkokullarda üçer saat, ortaokullarda haftada dörder saat olarak okutulmuştur.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nın temel amaçları şöyle belirtilmiştir:

1. Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri, Sağlık ve Doğal Afetler hakkında temel bilgiler kazandırmak,
2. Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerilerini ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,
3. Bilimin toplumu ve teknolojiyi, toplum ve teknolojinin de bilimi nasıl etkilediğine ilişkin farkındalık geliştirmek,
4. Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark etmek ve toplum, ekonomi, doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,
5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci geliştirmek,
6. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin ilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,
7. Bilim insanlarının bilimsel bilgiyi nasıl oluşturduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,
8. Bilimin, tüm kültürlerden bilim insanlarının ortak çabası sonucu üretildiğini anlamaya katkı sağlamak ve bilimsel çalışmaları takdir etme duygusunu geliştirmek,

9. Bilimin, teknolojinin gelişmesi, toplumsal sorunların çözümü ve doğal çevredeki ilişkilerin anlaşılmasına olan katkısını takdir etmeyi sağlamak,

10. Doğada meydana gelen olaylara ilişkin merak, tutum ve ilgi geliştirmek,

11. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirmek ve uygulamaya katkı sağlamak,

12. Sosyo-bilimsel konuları kullanarak bilimsel düşünme alışkanlıklarını geliştirmektir (MEB, 2013, s. 2)

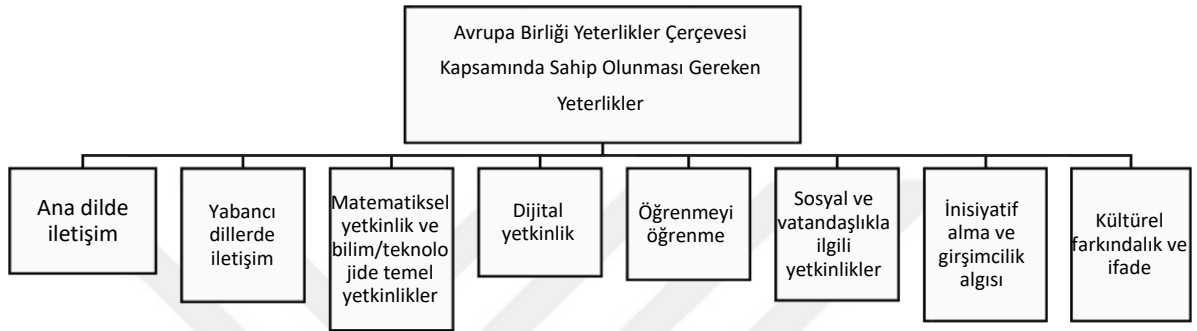
Fen bilimleri dersi öğretim programında öğrenme ve öğretme kuram ve uygulamaları açısından bütüncül bir bakış açısı sergilenmesine rağmen öğrencinin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu, sürece aktif katıldığı, bilgiyi kendi zihninde yapılandığı ve araştırma- sorgulamaya dayalı bir öğrenme stratejisi benimsenmiştir. Tüm öğrencilerin fen okuryazarı olması vizyonunun gerçekleştirilebilmesi için sadece temel fen kavram ve ilkeleri değil, aynı zamanda öğrencilere kazandırılması gereken beceri, duyuş ve Fen- Teknoloji-Toplum-Çevre ilişkilerini de içeren bir program hazırlanmıştır. Uluslararası yapılan PISA, TIMSS gibi merkezi sınav sonuçları da programların değerlendirilmesi ve yenilenmesinde önem kazanmıştır. Son hazırlanan programlarda değinilen “Fen okuryazarlığı” kavramı PISA’ da da bilimsel bilgilerin günlük yaşamda kullanımının değerlendirilmesine odaklanıldığından “fen” yerine “fen okuryazarlığı” kavramı olarak kullanılmıştır. PISA 2012’ de fen yeterlikleri bilimsel konuların belirlenmesi, tümevarım/tümdengelim, akıl yürütme, kanıt oluşturma ve açıklamalar yapma, modeller üzerinden düşünme, bilgi ve becerileri kullanma vardır (Yıldırım, Yıldırım, Yetişir ve Ceylan, 2013).

Bu programda öğretmenin rolü fen bilimlerinin değerini, önemini ve bilimsel bilgiye ulaşmanın sorumluluk ve heyecanını öğrencileriyle paylaşan ve süreci yönlendiren rehber olarak, öğrenciler ise, akranları ile birlikte bilgiyi araştırıp sorgulayan ve etkili iletişim ile iş birliği yapan bireyler olarak tanımlanmıştır (MEB, 2013, s. 2).

2013 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında öğretme öğrenme sürecinde araştırma sorgulama stratejisi ele alınmıştır. Ölçme değerlendirme anlayışında performansa dayalı ölçme değerlendirme benimsenmiştir. Bu program ile birlikte öğretmen kılavuz kitabı, öğrenci ders kitabı ve öğrenci çalışma kitabı şeklindeki üçlü kitap seti uygulamasından vazgeçilmiştir. Sadece öğrenci ders kitapları ile öğretim yapılmıştır.

2017 yılında 2013 programında güncelleme yapılmıştır. Bu değişikliğin temel sebeplerinden biri ABD’de ana sınıfından 12. Sınıfın sonuna kadar STEM eğitimi fen

programlarında yer almıştır. Bir diğeri ise Avrupa Birliği Yeterlikler çerçevesidir. Eğitimin istihdamla uyumunu güvence altına alarak nitelikli insan gücünün kaynağını oluşturmak, ekonomik, sosyal ihtiyaçlara göre faaliyetleri uyumlu biçimde sunmak ve eğitim ile iş dünyasında bütünlüğü sağlayarak hayat boyu öğrenmeyi teşvik etmek kurumun önceliği arasındandır (Türkiye Yeterlikler Veri Tabanı, 2016). Avrupa Birliği Yeterlikler Çerçevesinde her bireyin kazanması beklenen sekiz yetkinlik Şekil 4’ te verilmiştir.



Şekil 4. Avrupa Birliği Yeterlikler Çerçevesi Kapsamında Sahip Olunması Gereken Yeterlikler
(Kaynak: European Parliament Council, 2008).

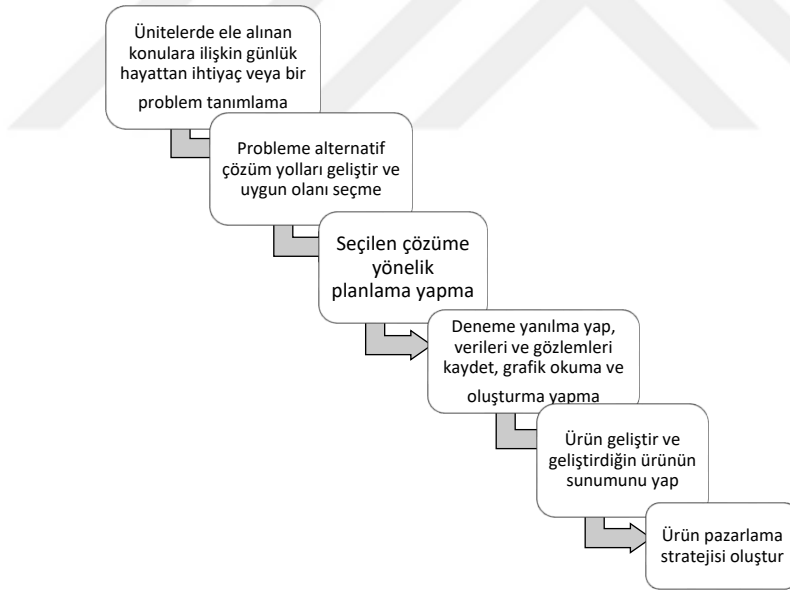
2017 öğretim programında Fen ve Mühendislik Uygulamaları dördüncü sınıf düzeyinden itibaren programda yer almıştır. Dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıfların en son ünitesi Fen ve Mühendislik uygulamaları olarak düzenlenmiştir. Bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik içeriklerinin disiplinlerarası yaklaşımla öğretilmesi ve pratik uygulamaların yeniliklere dönüşmesi fikriyle ortaya çıkan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) özellikle Amerika’ nın eğitim politikalarını etkilemiştir (Akgündüz ve Ertepinar, 2015). Bu doğrultuda 2017 öğretim programları STEM yaklaşımından etkilenmiş, ancak 2018 yılında Fen Bilimleri Öğretim Programında tekrar değişikliğe gidilmiştir.

Talim ve Terbiye Kurulu’nun 19.01.2018 tarihli 11 sayılı kararında, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı; 2018-2019 eğitim öğretim yılından itibaren tüm sınıf düzeylerinde (3, 4, 5, 6, 7 ve 8) aynı anda uygulanmaya konulmuştur. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu’nun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitimi’nin Genel Amaçları ve Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanmış olup tüm bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlamıştır. 2013 Fen

Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndan farklı olarak Astronomi ile Fen ve Mühendislik Uygulamaları temel bilgileri, girişimcilik becerileri, evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesi özel amaçlara eklenmiştir. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki temel yaklaşım disiplinler arası araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı olarak benimsenmiştir. Aynı zamanda bu programda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları önemsenerek bilimin uygulanma ve ekonomiye girdi üretme niteliği vurgulanmıştır.

Programda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında öncelikle öğrencilerden ünite ve konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları beklenir. Ürünün tasarım ve üretim süreci okul ortamında gerçekleştirilir ve öğrencilerden ürün geliştirme sürecinde deneme yapmaları, nitel ve nicel gözlem verilerini kaydetmeleri, bu verileri grafik üzerinde okumaları veya oluşturma becerileriyle değerlendirmeleri beklenir (MEB, 2018).

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda fen ve mühendislik uygulamalarının adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:



Şekil 5. 2018 Öğretim Programı Fen ve Mühendislik Uygulamaları

(Kaynak: MEB, 2018)

Şekil 5' e göre öğrencilerin problemin farkına varmaları, probleme yönelik çözüm önerileri sunmaları, önerilen çözüme yönelik süreci planlama ve ürün geliştirmeleri beklenir. Bu anlamda öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri basamağına ulaşmaları beklenmektedir.

Bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlayan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın temel amaçları şunlardır (MEB, 2018):

“1. Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,

2. Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek,

3. Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek,

4. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,

5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,

6. Bilim insanları bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak,

7. Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek,

8. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak,

9. Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek,

10. Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak.”

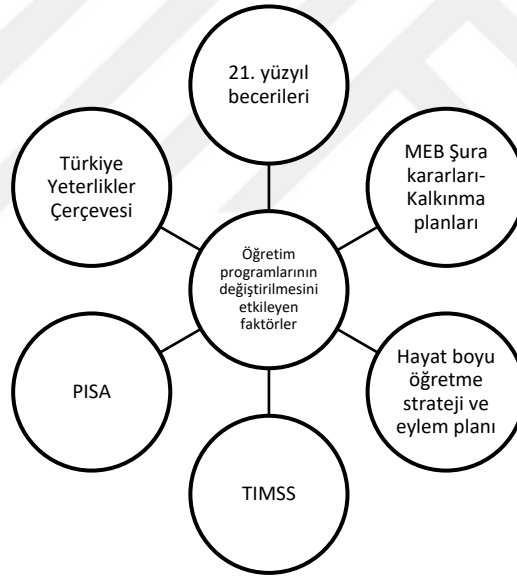
2017 öğretim programında kabul edilen genel amaçlar 2018 öğretim programı ile birebir aynıdır. 2018 öğretim programının vizyonunda bilgi, beceri ve davranışlar öğretim programlarıyla kazandırılmaya çalışılırken değerler ve yetkinlikler ilgili bilgi, beceri ve davranışların arasındaki bütünlüğü sağlayan yol gösterici konumdadır. 2018 öğretim programı ile bilgiyi üreten, günlük yaşantısında kullanabilen, eleştirel düşünen, kararlı, iletişim becerileri güçlü, empati kurabilen, problem çözme becerilerine sahip, girişimci, topluma ve kültüre katkı sağlayabilen bireylerin yetişmesi planlanmıştır (MEB, 2018).

En son güncellenen 2018 Öğretim Programları, 2017 yılından itibaren birinci, beşinci ve dokuzuncu sınıflarda, 2018 öğretim yılında ise okul öncesinden lise son sınıfa kadar bütün sınıflarda uygulamaya konulmuştur. MEB tarafından açıklanan 2023 Eğitim

Vizyon Belgesindeki, hedefler doğrultusunda 2018 yılında yürürlüğe giren mevcut programlarda da değişikliğe gidileceği anlaşılmaktadır. 2023 Eğitim Vizyon Belgesinde belirlenen hedefler içerisinde; ortaokullarda e-portfolyo temelli izleme sürecine geçilerek dijital ölçme değerlendirme yapılacağı, ikili eğitimin tümüyle kaldırılacağı, ortaokullarda kavram öğretimine ağırlık verileceği, ortaokullardaki ders sayısı ve süresi üzerinde değişiklik yapılacağı, öğrencilerin düşüncel becerilerini geliştirmek için “Tasarım-Beceri Atölyeleri” kurularak okul bahçelerinin yaşam alanına dönüştürüleceği belirtilmiştir (MEB, 2018b).

MEB en son 2018 yılında güncellediği öğretim programında 51 dersin programını güncellediğini belirtmiştir. Öğretim programlarının değiştirilmesini etkileyen beşerî, fiziki, politik ve stratejik birçok faktör vardır.

Öğretim programlarını yenileme çalışmalarında uluslararası ölçekte birçok ülke benzer nedenlerle programlarını güncellemektedir. Şekil 6’ da öğretim programlarının değiştirilmesini etkileyen başlıca faktörler gösterilmektedir.



Şekil 6. Öğretim Programlarının Değiştirilmesini Etkileyen Başlıca Faktörler (Aksoy ve Taşkın, 2019).

Şekil 6’ ya göre öğretim programlarının değiştirilmesinde ulusal ve uluslararası faktörler etkili olmuştur. Öğretim programlarının değişmesini etkileyen faktörlerin çalışma alanları incelendiğinde ulusal faktörlerin de uluslararası faktörlerden etkilendiği düşünülmektedir. Özellikle son dönemde ülkelerin başarı faktörleri arasında önemli yer edinen TIMSS sınavları Türkiye’ de program geliştirme çalışmalarında etkili olmuştur. Özellikle fen bilimleri programında vurgulanan eleştirel düşünme ve problem çözme

kavramlarının TIMSS’ den etkilenecek programlarda yer aldığı düşünülmektedir (Aksoy ve Taşkın, 2019).

Türkiye’ de ulusal merkezi sınavlar da yapılmaktadır. Yapılan ulusal sınavlar SBS (Seviye Belirleme Sınavı), TEOG (Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş Sınavı) ve LGS (Liselere Geçiş Sistemi) sınavları, çoktan seçmeli sorulardan oluşmakla birlikte öğrencilerin liseye geçişlerinde etkili olan sınavlardır. Bu sınavların amaçları eğitim sisteminin mevcut durumu hakkında bilgi vermekten ziyade öğrencilerin bir üst eğitim kurumuna yerleştirmektir (Gürbüz, 2016). Bu eksikliği gidermek amacıyla öğrencilerin bilişsel becerilerinin ölçülmesine daha fazla olanak tanıyan ve onlara kendi cevabını oluşturma olanağı sağlayan açık uçlu soruların kullanıldığı bir sınav olan Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi (ABİDE) geliştirilmiştir.

ABİDE araştırması bilişsel becerilerin ölçülmesini hedeflemesi yönüyle PISA, kazanımları temel alması yönüyle de TIMSS ile benzerlik göstermektedir. (MEB, 2019). 2011-2019 arasında ulusal ve uluslararası sınavlar ve öğretim programlarına ilişkin değişimler Tablo 1’ de özetlenmiştir.

Tablo 1

2011-2019 Eğitim Sürecine İlişkin Kesit

2011	TIMSS 2011 sınavı yapıldı. Fen Başarı Ort.: 477/500	Yapılandırmacılık odaklı 2005 öğretim programı	SBS Dönemi
2012	4+4+4 Eğitim sistemi başladı.		
2013	Öğretim programı güncellendi.		
2014	SBS yerine TEOG sınavına geçiş yapıldı.	Basitleştirilmiş ve hacmi daraltılmış öğretim programı	2015 TEOG Fen Başarı: 10,68/20
2015	TIMSS 2015 Sınavı yapıldı. Fen Başarı ort. 493/500		
2016	ABİDE sınavı yapıldı.		2016 TEOG Fen başarı: 56/100
2017	Öğretim programları güncellendi.		TEOG Fen başarı: 66/100
2018	ABİDE yapıldı. Öğretim programları güncellendi.	Teorik yoğunluğu azaltılan uygulama ağırlıklı öğretim programı	TEOG sınavı yerine LGS geldi. Öğretim programları güncellendi. Fen Başarı: 14,47/20
2019	TIMSS 2019 Sınavı yapıldı. Fen Başarı Ort.: 515/500		TEOG Fen Başarı: 15,62/20

(Kaynak: Ceylan, E., Yıldırım, S., Yıldırım, H., 2021)

Türkiye’ de yapılan ulusal ve uluslararası sınavlar ve öğretim programlarına ilişkin değişim Tablo 1’ de verilmiştir. Ceylan, Yıldırım ve Yıldırım (2021)’a göre yıllara göre öğretim programları daha basitleştirilmiş ve özellikle 2017 yılında teorik bilgi azalarak uygulamaya yönelik öğretim programları hazırlanmıştır. TIMSS ve TEOG sınavında yıllara göre fen başarı ortalamasının arttığı tespit edilmiştir. Ulusal çapta düzenlenen ABİDE sınavında öğrenciler Fen Bilimleri Yeterlik Düzeylerine göre gruplandırılmıştır. Öğrenciler 2016 yılında %67 oranında temel ve orta düzeyde yer alırken 2018 yılında %76 oranında temel ve orta düzeyde yer almıştır.

TIMSS ve Türkiye

Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS -Trends in International Mathematics and Science Study) sınavının merkezi Hollanda’da bulunmakta ve Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA-International Association for the Evaluation of Educational Assessment) tarafından yürütülmekte olan ve dört yılda bir düzenlenen kapsamlı matematik ve fen eğilimleri tarama araştırmasıdır (Büyüköztürk, Çakan, Tan, ve Atar, 2014).

Dünya genelinde altmıştan fazla ülkenin katılımıyla gerçekleşen ve dünyada ilk kez 4. ve 8. Sınıf öğrencilerine uygulanan TIMSS katılımcı ülkelerin eğitim politikalarını belirleyen en önemli ve kapsamlı projelerden biridir (Karamustafaoğlu ve Sontay, 2012). TIMSS sınavı 4. ve 8. sınıf düzeylerinde gerçekleştirilen bir sınav olup öğrencilere fen bilimleri ve matematik alanındaki başarılarını test etmek amacıyla başarı testleri ve öğretim süreci ile ilgili çeşitli anketler uygulanmaktadır (Yıldırım, Özgürlük, Parlak, Gönen, & Polat, 2016). Uygulanan anketler öğrenci anketi, öğretmen anketi, okul anketi ve müfredat anketidir (Çepni, 2016, s. 22).

Uluslararası boyutta birçok kuruluş bu projeye destek vermektedir. Bu kuruluşlar; Hamburg’da IEA Veri İşleme Merkezi ve Araştırma Merkezi (IEA Data Processing and Research Center in Hamburg), Ottawa’da Kanada İstatistik (Statistics Canada in Ottawa) ve Princeton’da Eğitimde Sınav Hizmetleri Merkezi (Educational Testing Service in Princeton)’ dir ayrıca TIMSS İngiltere Eğitim Araştırma Kuruluşu, Boston College, Amerika Birleşik Devletleri Eğitim Bakanlığı ve katılımcı ülkeler tarafından desteklenmektedir (Yıldırım vd., 2016).

TIMSS araştırmasının temel amacı dünya genelinde ülkelerin hem fen hem matematik alanında performanslarını ölçmek, başarının ilerlemesini sağlamak ve eğitim-öğretime yön vermektir (Yıldırım, vd., 2016). Ayrıca ülkeler bu sınavla diğer ülkelerin fen ve matematik alanındaki performanslarını görme şansı elde ederler. Bu bağlamda TIMSS eğitim kalitesi ile ilgili her ülke için bilgiler sunmakta ve bu bilgiler ışığında ülke eğitim sistemlerini ve başarılarını karşılaştırma imkanı sunmaktadır (Mullis I. , Martin, Ruddock, O'Sullivan, ve Preuschof, 2009).

TIMSS yaklaşık bir yıl sürede çerçevelenmektedir. TIMSS de yer alan fen ve matematik maddeleri Ulusal Araştırma Koordinatörleri (NRC) toplantısında daha önce belirlenmiş olan kazanımlar çerçevesinde her ülkeden gelen temsilciler tarafından ortak olarak hazırlanmaktadır. Hazırlanan sorular IEA' nın araştırma komitesi uzmanları tarafından incelenir ve açık uçlu soruların puanlama anahtarı oluşturulur (Büyüköztürk vd., 2014). Sonrasında ise ülkelerin her birinin yaptığı geri bildirimler neticesinde bir dönüt oluşturularak TIMSS uygulamasında işlenecek kazanım ve konular güncellenerek son halini almış olur (Sezer, 2018).

TIMSS Fen Bilimleri alanının başlıca hedefi, öğrencilerin Fen Bilimleriyle karşı karşıya kaldıkları hallerde düşünme süreçlerini kullanabilmelerini sağlamaktır. Bilişsel boyut bakımından ele alındığında Fen Bilimlerinin bilişsel alanları (bilme, uygulama, akıl yürütme) üç ayrı grupta incelenmektedir. Bu alanlardan ilki, öğrencilerin kavramları, yöntemleri ve bilgileri bilme, tanıma, tanımlama ve hatırlama becerileridir. İlk bilişsel alan, Fen Bilimlerinin temelini oluşturmakta ve önem arz etmektedir. İkincisi, öğrencilerin kazanmış olduğu bilgileri pratiğe dökerek, açıklamalar üreterek sorunlara pratik nitelikteki çözüm yolları bulma üzerinde yoğunlaşır. Üçüncüsü ise, akıl yürütme, argümanlar üretme ve karmaşık durum ve yapıları analiz ederek, sentezleme ve genelleme yaklaşımlarını kazandırılmasını odak noktası yapmaktadır. Söz konusu üç bilişsel alanın kullanımı gerek 4. gerekse 8. sınıflar için geçerlidir. Fakat bu alanların her birinin amacı için ayrılan yüzdeler dilim; bilişsel beceri, tecrübe ve sınıf düzeyi doğrultusunda öğrencilerin sahip oldukları bilgi birikimi ve anlama düzeyleri doğrultusunda değişmektedir (Şimşek Turfan, 2019).

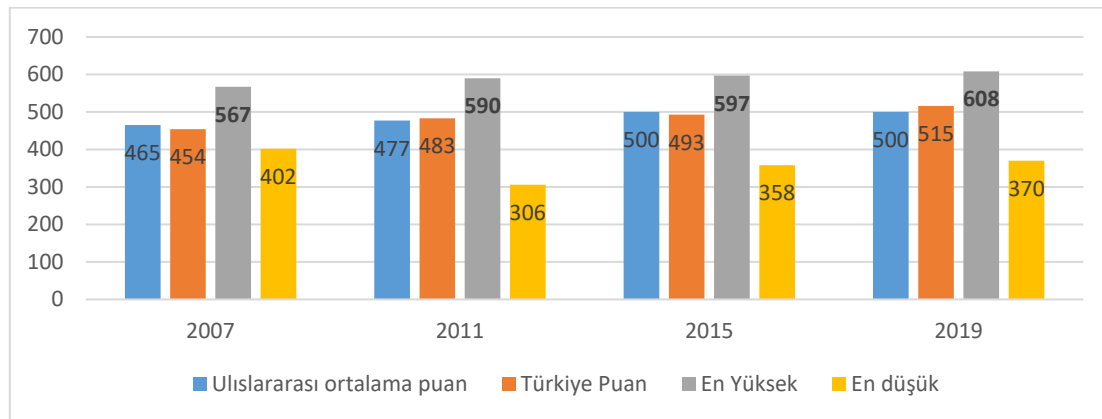
TIMSS uygulamaları 1995 yılından itibaren düzenli aralıklarla devam etmesine rağmen Türkiye düzenli olarak 2007 yılından itibaren katılım sağlamıştır. Tablo 2' de TIMSS uygulamalarına Türkiye'nin katılım durumu yer almaktadır.

Tablo 2

TIMSS Uygulamalarına Türkiye'nin Katılım Durumu

Yıl	Katılımcı Ülke Sayısı	Türkiye'nin Katılım Durumu
1995	41	Katılmadı
1999	38	8. sınıf düzeyinde katıldı
2003	46	Katılmadı
2007	59	8. sınıf düzeyinde katıldı
2011	66	4. ve 8. Sınıf düzeyinde katıldı
2015	61	4. ve 8. Sınıf düzeyinde katıldı
2019		4. ve 8. Sınıf düzeyinde katıldı

1999 yılı TIMSS Sınavı: Türkiye 8. sınıflar fen başarı sıralamasında 38 ülke arasında 33. sırada yer almıştır. Uluslararası ortalama 488 puan iken Türkiye ortalaması 433 puan olarak belirlenmiştir. İlk sırayı Tayvan 569 puanla, sırasıyla Singapur 568 puan, Macaristan 552 puan, Japonya 550 puan, Kore Cumhuriyeti 549 puan, Hollanda 545 puan, Avusturalya 540 puan, Çek Cumhuriyeti 539 puan, İngiltere 538 puan, Finlandiya 535 puanla ilk 10 sıralamasını oluşturmaktadır. 1999 yılında Türkiye TIMSS araştırmasına 4. sınıflar düzeyinde katılmamıştır (MEB, 2003). Türkiye 4. ve 8. Sınıf düzeyinde düzenli olarak 2007 yılından itibaren katılım sağlamıştır. 2007, 2011, 2015 ve 2019 yıllarına ilişkin uluslararası puan ortalaması, Türkiye ortalama puan ve en yüksek-en düşük ülke puanları Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. 2007-2019 yılları arasında Türkiye'nin TIMSS sonuçları

Şekil 7'ye göre TIMSS 2007 sınavında Türkiye uluslararası puan ortalamasının altında kalarak düşük düzeyde başarılı ülkeler arasında yer almıştır. En yüksek puan 567 ile Singapur olmuştur. Fen başarı ortalaması olarak TIMSS 2007 standart başarı ortalamasının (500 puan) üstünde olan ülkeler Kore, İngiltere, Slovenya, Hong Kong,

Rusya, Japonya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, ABD, Litvanya, Avustralya ve İsveç' tir. Türkiye ortalama puanı 454 puan olup standart puanın altındadır. İran, Malta, Kıbrıs Rum Kesimi ve Suriye 2007 yılında Türkiye ile benzer ortalamaya sahip ülkelerdendir (Şişman, Acat, Aypay, & Karadağ, 2011).

2011 yılında: Türkiye 8. sınıflar fen başarı sıralamasında 42 ülke arasında 21. Sırada yer almıştır. Uluslararası fen ortalama puanı 477 iken Türkiye ortalaması 483 puandır. (Böyük E. T., 2017). Singapur 2011 TIMSS sınavında da 590 puanla birinci sırada yer almıştır. Singapur'dan sonra en yüksek performans Çin-Tayvan, Kore ve Japonya' dır. En düşük puan ortalaması ise 306 ile Gana' ya aittir. Bu durumda Türkiye; İran, Şili, Tunus, Malezya, Suriye, Fas, Gana gibi ülkelere göre başarılı sayılırken; Singapur, İsrail, Macaristan, Slovenya, İtalya gibi ülkelere göre başarısız sayılmaktadır.

2015 yılında: TIMSS 2015 araştırmasına 4. sınıf düzeyinde 49 ülke ve 8. Sınıf düzeyinde 39 ülke katılmıştır. İlk sırayı Singapur ve sonra sırasıyla Hong Kong, Kore Cumhuriyeti, Çin-Tayvan, Japonya, Kuzey İrlanda, Rusya, Norveç, İrlanda, İngiltere ilk 10 başarılı ülke sıralamasını oluşturmaktadır. 2015 TIMSS ön raporunda matematik ve fen bilimleri 4 ve 8. Sınıflar için uluslararası ortalama belirtilmemiş iken TIMSS ölçek ortalaması 500 puan olarak verilmiştir. 500 puan altı ülkeler ortalama altı 500 puan üstü ülkeler ise ortalama üzeri kabul edilmiştir. Türkiye 8. Sınıflar fen başarı sıralamasında 39 ülke arasında 21. sırada yer almıştır. TIMSS ölçek ortalaması olan 500 puan iken Türkiye ortalaması 493 puan ile uluslararası ortalamanın altında kalmıştır (Böyük E. T., 2017). 597 puanla birinci sırada Singapur yer alırken, en son sırada 358 puanla Güney Afrika yer almıştır. 2019 TIMSS sınavında katılımcı 39 ülke arasında en yüksek fen başarı gösteren 608 puanla Singapur; 370 puanla Güney Afrika en düşük başarı puanına sahiptir. Türkiye 515 puanla fen başarı sıralamasında 15. Sırada yer almıştır. Türkiye' nin 8. Sınıf fen başarı puanı ilk dokuz ülkeden (Singapur, Çin, Japonya, Güney Kore, Rusya, Finlandiya, Litvanya, Macaristan, Avusturya) anlamlı ölçüde düşüktür.

TIMSS fen başarı testinde öğrencilerin fizik, kimya, biyoloji ve yer bilimleri alanlarındaki başarılarının yanı sıra bilme, uygulama ve akıl yürütme bilişsel süreçlerine ilişkin performansları ölçülmektedir. Başarı testinin sonuçlarını anlamlı bir şekilde yorumlayabilmek için yapılan değerlendirmenin kapsamını anlamak önemlidir. Sonuçları yorumlayabilmek için öğrencilerin test sorularındaki başarıları ile bağlantılı olarak dört farklı yeterlik düzeyi tanımlanmıştır. Yeterlik düzeyleri öğrencilerin uluslararası düzeydeki başarısını göstermektedir. Yeterlik düzeylerini ayırt edecek olan maddelerin belirlenmesi için madde analizinin yanı sıra Matematik ve Fen Madde İnceleme Komitesi

üyeleri tarafından bu maddeler değerlendirilmektedir. Örneğin çoktan seçmeli bir madde, 625 puan alan öğrencilerin en az %65'i tarafından doğru olarak cevaplandığında bu madde ileri düzey yeterlik alanı içinde yer alır. Üst düzey ise 550 puan alan öğrencilerin %50'sinden daha azı tarafından cevaplandığında ileri düzey yeterlik alanı içinde yer alır. Açık uçlu sorular öğrencilerin doğru cevap için şans faktörünü kaldırdığı için, bu tür sorularda kriter, ilgili yeterlilik düzeyindeki öğrencilerin %50'sinin doğru cevap vermiş olmasını gerektirir (Şişman vd, 2011). TIMSS fen bilimleri alanında öğrencilerin fen bilimleri testindeki başarıları alt, orta, üst ve ileri düzey olmak üzere dört yeterlik seviyesine göre değerlendirmektedir. Tablo 7' de 8. Sınıf düzeylerine ilişkin fen bilimleri yeterliklerine ilişkin açıklamalar yer almaktadır (Karip ve Sunar, 2021):

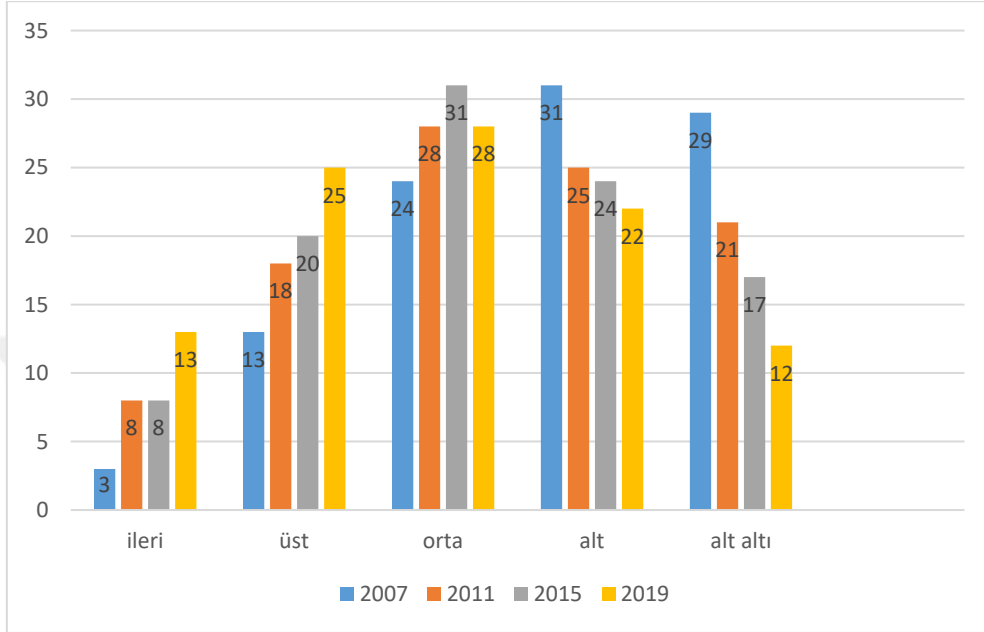
Tablo 3

TIMSS 8. Sınıf Fen Bilimleri Yeterlik Düzeyleri

Düzye	Puan	8. sınıf öğrencileri
İleri	625 ve üzeri	Fizik, Kimya, Biyoloji ve yer bilimlerine ilişkin bilgilerini farklı durumlarda kullanabilir. Hayvanları sınıflandırır. Problemlerin çözümünde hücrenin yapı ve görevlerine ilişkin bilgilerini kullanabilir. Çeşitlilik, adaptasyon, ve doğal seçilime ilişkin problemleri çözer. Bir ekosistemdeki canlı popülasyonların birbirine bağımlı olduğunu anlar. Maddenin bileşimi ve elementlerin periyodik tablosuna ilişkin bilgilerini problem durumlarında kullanır. Kimyasal bir reaksiyonun meydana geldiğine dair kanıtların farkına varabilir. Maddenin farklı fiziksel hallerinde tanecikler arası boşluk ve taneciklerin hareketinin nasıl olacağını belirleyebilir. Elektrikliğin transferi ve elektrik devrelerine ilişkin bilgilerini problemleri çözmek için kullanır. Işık ve sesin özelliklerini diğer olgularla ilişkilendirebilir, kuvvetin günlük yaşamdaki kullanımlarını belirleyebilir. Yerkürenin yapısı, fiziksel özellikleri ve süreçlerine ilişkin bilgilerini kullanır. Problemlerde yerkürenin kaynakları ve bu kaynakların korunmasına yönelik bilgilerini kullanır.
Üst	550-625	Biyoloji, kimya, fizik ve yer bilimindeki kavramları problem durumlarına uygular. Hayvan gruplarının özellikleri, insanlarda yaşam süreçleri, hücreler ve fonksiyonları, genetik aktarım, ekosistemler ve beslenme konularına yönelik bilgilerini uygulayabilir. Kimyasal reaksiyonlar, maddenin özellikleri ve yapısına ilişkin bilgilerini kullanır. Problem çözmek için kuvvetler, ses, ışık, mıknatısların özellikleri, elektrik devreleri, enerjinin dönüşümü ve transferi konularındaki temel bilgilerini kullanır. Problemlerde yerkürenin fiziksel özellikleri, süreçleri, döngüleri ve tarihine dair bilgilerini kullanabilir. Problemleri çözmek için yerkürenin kaynakları ve bu kaynakların kullanımına yönelik bilgilerinden yararlanır.
Orta	475-550	Biyoloji ve fizik bilimleriyle ilgili bilgilerini göstererek, bazı problemlerin çözümünde uygulayabilir. Hayvanların özellikleri hakkında bilgileri kısmen açıklayabilir ve ekosistemler konusundaki bilgilerini uygular. Maddenin özellikleri, kimyasal değişiklikler ve bazı fizik kavramlarına ilişkin temel bilgilerini kullanır...
Alt	400-475	Fen bilimlerine ilişkin sınırlı bilgilerini bilimsel ilkeler ve kavramları kullanırken gösterir.

(Mullis' den akt: Karip ve Sunar, 2021)

Tablo 3' e göre öğrencilerin ileri yeterlik düzeyinde bilgiyi kullanabilmesi, üst yeterlik düzeyinde fen bilimlerine ilişkin kavramları problem durumlarına uygulamaları, orta yeterlik düzeyinde biyoloji ve fizik bilimlerine ilişkin bilgilerini bazı problemlerin çözümünde uygulamaları ve alt seviyede fen bilimlerine ilişkin sınırlı bilgilerini bilimsel ilkeler ve kavramları kullanırken gösterirler, şeklindedir.



Şekil 8. 2007-2019 Yıllarında TIMSS sınavında Türkiye Yeterlik Seviye Yüzdeleri

Şekil 8'e göre TIMSS uygulamalarında Türkiye' de fen yeterlik seviyelerinde ileri ve üst düzey yeterlik seviyelerinde artış görülürken; alt ve alt altı düzey yeterlik seviyelerinde azalma görülmektedir.

Türkiye, sekizinci sınıf düzeyinde ileri fen yeterliğine ulaşan öğrenci oranı açısından (%13) dokuzuncu sırada yer almış, buna karşılık %12'sinin alt yeterlik düzeyine ulaşamadığı belirlenmiştir (MEB, 2019b). Öğrencilerin %88' i alt düzey (400-475 puan) yeterlik düzeyinde yer almıştır. Bu anlamda Türkiye' de öğrencilerin çok büyük kısmı fen başarısında alt düzey seviyesindedir. Fakat belli bir yeterlik düzeyine ulaşan öğrenciler, aynı zamanda en düşük yeterlik düzeyinde de bulunduğu grafiklerde gösterilen değerler toplam yüzdelerdir. İleri düzey uluslararası yeterlik ölçütündeki başarı durumunda görülen değişimler diğer ölçütlerde de görülmektedir. Örneğin 2007 TIMSS sınavında Singapur, Çin-Tayvan, Japonya ve Kore'deki öğrencilerin %50'si; Gana, El Salvador ve Cezayir'deki öğrencilerin %1'i Üst düzey uluslararası yeterlilik düzeyine ulaşmıştır. Alt düzey yeterlilikler açısından Çin-Tayvan, Kore ve Japonya'daki öğrencilerin %95 ve daha fazlası alt düzey yeterliliklere sahipken;

Bostvana, Gana, Katar'daki öğrencilerin %15' i bile bu düzeye erişememiştir. Gana' da alt düzey seviyesinde bulunan öğrenciler %81'dir. Türkiye' de öğrencilerin %71'i alt düzey ve üzeri yeterliliklere sahiptir. Türkiye bu düzey açısından incelendiğinde ortanın altındaki ülkeler ile aynı konumda yer almaktadır (Şişman vd, 2011).

En son TIMSS uygulaması 2019 verilerine göre Türkiye'de ileri yeterlik düzeyine ulaşan öğrenci yüzdesi diğer yıllara göre artış göstermiş ve %13' e ulaşmıştır. Öğrencilerin %88' i fen bilimlerinde en az alt yeterlik düzeyine sahipken TIMSS ortanca değeri %85 olarak belirlenmiştir. Alt seviye yeterlik düzeyine erişemeyen öğrenci yüzdesi ise %12 iken TIMSS ortanca değeri %15'tir.

Türkiye, TIMSS uygulamasında giderek artan bir başarı sergilemiştir. Bununla birlikte en son uygulama olan 2019 TIMSS sınavında 15. Sırada yer almış fakat başarılı ilk dokuz ülkeden anlamlı ölçüde düşük puana sahiptir. Singapur'un ileri düzey yeterlik ortalaması %48 iken Türkiye'nin %13'lük ileri düzey puanının olması iki ülke arasında başarı farkının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bu anlamda 2015 yılından itibaren sıralamalarda ortalama puan yerine ortanca puan kullanılması anlamlıdır.

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğrenmeyi aktif ve sürekli bir süreç olarak tanımlar ve bu kurama göre öğrenci çevreden bilgi alır ve aldığı bilgiyi tecrübelerine dayalı olarak yorumlar ve anlamlar üretir. Öğrenenler aktif olarak fiziksel ve zihinsel eylemlerini yansıtan sosyal etkileşimler ve kültürel işlemler yoluyla bilgiyi yapılandırır (Shepardson & Moje, 1994). Driver ve Easley (1978)' e göre öğrenciler birçok ön bilgi ile sınıfa gelirler ve bu bilgi sonraki öğrenmelerini etkiler. Öğrenciler fikirlerini, düşüncelerini ilk olarak dünyayı gözlemleyerek oluşturur (Baxter, 1989). Fen bilimleri de doğayı gözlemleme ve gözlenmemiş olayları tahmin etme olarak tanımlanabilir (Çepni, 2011). Diğer bir ifadeyle fen bilimleri doğa ve doğa olaylarını inceleme ve gerçekleşmemiş olaylar hakkında tahminde bulunma şeklinde tanımlanabilir (Kaptan, 1999). Bireylerin doğayı anlamlandırması ve anlamlı şekilde iletişim kurması ise kavramlar aracılığıyla gerçekleşir. Kavramlar, bireyin bir gruba ait varlıkları, olayları, fikirleri ve süreçlerini diğer gruplardan ayırt etmesine yarar ve bunları diğer varlık grupları, olaylar, fikirler ve süreçlerle ilişkilendirmesini sağlar (Senemoğlu, 2001). Kavramların öğrenilmesi için öğrencilerin, geçmiş yaşantılarından getirdikleri bilgi, tutum, beceri ve deneyimlerini, yeni öğrendikleri bilgilerle birlikte yapılandırmaları gereklidir (Yürük, Çakır ve Geban, 2000).

Fen Eğitimi alan yazında en fazla araştırılan konu, öğrencilerin ön bilgileridir. Öğrencilerin doğal olgular hakkında oluşturdukları ön bilgiler, alan yazında farklı

şekillerde isimlendirilmiştir. En çok kullanılan terimler alternatif kavramlar (Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994), naif inançlar (Caramazza, McCloskey, & Green, 1981), naif teoriler (McCloskey, 1983); kavramsal çerçeveler (Driver & Ericson, 1983), çocukların bilimi (Gilbert, Osborne, & Fensham, 1982), kendiliğinden olan muhakeme (Viennot, 1979), sağduyulu kavramlar (Halloun ve Hestenes, 1985), alternatif çerçeveler (Driver & Easley, 1978), sezgisel bilgi (diSessa, 1988), kavramsal zorluklar (McDermott, 1993), sezgisel bilim (Mayer, 2003), çocukların fikirleri (Osborne, Black, Meadows & Smith, 1993), fenomenolojik ilkeler (p-prim'ler) (diSessa, 1993), naif düşünceler, hata kapsayan fikirler, kavramsal bozukluklar, bilim öncesi kavramlar, gelişmekte olan kavramlar, günlük kavramlar (Wandersee vd., 1994), bağlantılı (anchoring) kavramlardır (Clement 1993). Smith vd. (1993) makalelerinde bu terimlerin arasındaki farklılıkları açıklamıştır. Buna göre ön, yanlış ve alternatif terimleri, kavramların doğası ve kökeni hakkında farklı varsayımlara işaret etmektedir. Alternatif içeren terimler ise daha göreceli bir bakış açısını gösterir. Çocukların sahip olduğu bilgilerin bir geçmişi vardır ve bu bilgiler her zaman yanlış olmayabilir, öğrenciler sahip oldukları bu ön bilgiye mantıklı açıklamalar getirebilirler. Bu yüzden araştırmacılar çocukların fikir zenginliğini yanlış veya yanlış olarak nitelendirmek yerine bu durumu çocukların bakış açılarının zenginliğini olarak Kavram yanlışlığı terimindeki yanlış, öğrenci fikirlerinin yanlış niteliğini vurgulamaktadır.

Yanlış algılamalar için çeşitli terimlerin kullanıldığını görmekle birlikte, bu araştırmada TIMSS bağlamında yapılan yanlışlardan yola çıkılacağı için belirtilen kavramlardan “kavram yanlışlığı” teriminin araştırma kapsamını daha iyi karşılayacağı düşünüldüğünden kavram yanlışlığı terimi kullanılacaktır.

Kavram Yanlışlıkları ve Kavram Yanlışlıklarının Tespit Edilmesi

Alan yazında kavram yanlışlıklarına yönelik farklı tanımlar mevcuttur. Zembat (2010)’ a göre bir konunun uzmanları tarafından genel kabul gören kavramla çelişen kavramlardır. Fisher (1985)’ a göre kavram yanlışlıkları, uzmanların görüşleriyle örtüşmezler ve küçük sayılabilecek bir kavram yanlışlığı, yayılma eğilimindedir ve zamanla farklı konularda farklı kavramların da yanlış öğrenilmesine sebebiyet verebilir. Wessel (1999), öğrenciler sınıfa geldiklerinde birçok deneyimle birlikte gelirler ve öğrenciler deneyimlerinden yola çıkarak karşılaştıkları kavramları sahip oldukları ön

bilgilerle açıklamaya çalışırlar. Bu yanlışlar öğrenciler için vazgeçilmezdir, inatçı bir şekilde zihinde kalır.

Öğrencilerin çok sayıda bilgiyi aralarında ilişki kurmadan kısa sürede ezberlemeye çalışmaları, anlamsal bağ kuramaları ve farklı terimler arasında ayrım yapamamaları kavram yanlışlarına neden olabilir (Çepni, Ayvacı ve Keleş, 2000). Fisher (1985)' e göre sahip olunan yanlış fikirler, öğretilen bilginin eksikliğinden, diğer bilgilerle uyumsuzluğundan, karışıklığından, öğrenilen terimlerin birbirleriyle yakın anlamda olması ve birbirleriyle açıklanmaya çalışılması (ısı-sıcaklık; iş-güç-enerji kavramları gibi) ya da konu içinde yabancı terimlerin fazla olması kavram yanlışlarına neden olabilir.

Öğretme ve öğrenme ortamından kaynaklanan kavram yanlışlarının nedenleri arasında öğretmen merkezli öğretim yaklaşımlarının kullanılması, öğretim programlarının derinlikten yoksun oluşu, ders kitaplarının ilgili kavram yanlışlarını göz ardı ederek hazırlanması, ders konuları ve kavramlar arasında yeterince bağ kurulamaması, günlük olaylarla ilişkilendirememe, öğrencilerin derse yeterince aktif katılım sağlamaması, ön bilgilerin yeterince tespit edilememesi, bazı öğretmenlerin bizzat kendilerinin kavram yanlışlarına sahip olması kavram yanlışlarının karşımıza çıkmasında önemli etkenlerdir (Ayas vd, 1997).

Kavram yanlışları öğrencilerin geçmişteki kişisel deneyimlerine dayanır ve bu deneyimler yaptıkları gözlem, evlerindeki kitap, sahip oldukları kültür, izledikleri televizyon programları, aldıkları fen dersi eğitimi, öğretmen, öğrenme ortamı, öğretim programları gibi faktörlerle bağlantılıdır. Dolayısıyla her öğrencinin kavram yanlışsı birbirinden farklı olabilir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Committee on Undergraduate Education (CUSE), (1996)'de kavram yanlışlarını beş ana kategoride sınıflandırmıştır.

1. **Deneyimsiz kanılar**, günlük hayatta kazanılan tecrübelerdir. Örneğin elektirik akımını, suyun borulardan akışına benzetilmesi ile yanlış bir ilişki kurabilirler.
2. **Bilimsel olmayan inançlar**, öğrencilerin bilimsel olmayan kaynaklardan edindikleri hatalı bilgilerdir. Örneğin dünyanın oluşumuna ilişkin internetten edindikleri bilgilerin doğruluğunu araştırmadan kabul ederler.
3. **Kavramsal yanlış anlamalar**, öğrenciler bilimsel bilgileri zihinlerinde düzenli bir şekilde yapılandıramazlar ve paradokslara neden olabilir. Öğrenciler bu karışıklığı gidermek amacıyla zihinlerinde en kolay modeli geliştirir, kavramlara tereddütle yaklaşırlar ve yanlış anlam yükleyebilirler.

4. **Gerçek kavram yanlışları**, küçük yaşlarda öğrenirler ve yetişkinliğe kadar devam edebilir. Özellikle bu kavram yanlışlarında çevrenin etkisi büyüktür. Örneğin akan su pis tutmaz
5. **Kullanım dilinden kaynaklanan kavram yanlışları**, bir kelimenin günlük hayatta ve fen bilimleri literatüründe farklı anlamlarda kullanılmasıyla kendini gösterir. Örneğin radyoda hava ısısı söylenip 38 derece olarak sıcaklık değerlerinin verilmesi.

Kavram yanlışlarının oluşmasına neden olan faktörler şu şekilde özetlenebilir:

Eryılmaz ve Sürmeli (2002)' ye göre kavram yanlışsı verilen cevabın yanlış olduğu veya bireyin bilgiden yoksun olduğu anlamına gelmez. Zihninde var olan tanımıyla bilimsel olarak eşdeğer olmayan bir durum anlamına gelir. Bu durumu gerekçeleriyle, kendi düşünceleriyle açıklayabilirler. Yağbasan vd (2005)' e göre bireylerde var olan kavram yanlışları hatadır, ancak tüm hataların yanlış olduğu söylenemez. Kavramsal hatalar ile kavram yanlışları karıştırılan iki yapıdır. Her iki yapıda da öğrenciler kendilerine yöneltilen sorulara yanlış cevaplar verdiği için aralarındaki farkın bilinmesi gereklidir. Burns, 2007; Ryan ve Williams kavram yanlışsına neden olan faktörleri Şekil 9 ile açıklamışlardır:

Öğrenci faktörleri: Ön bilgilerin eksikliği, önyargılar, günlük deneyim ve gözlemler, motivasyon

Öğretmen faktörleri: Konu alanına ilişkin eksik bilgi, ön bilgilerin dikkate alınıp alınmaması, öğretmenlerin kendilerinin de kavram yanlışlarına sahip olması, öğretmenlerin öğretmeye karşı isteksizlikleri ()

Ders kitapları: öğretmen sıralaması, hata ve yanlış bilgi içermesi, şekil ve örneklerin eksikliği, konular arasındaki bağlantı eksikliği. Ayrıca benzeşim, mecaz, model ve simgelerin uygun şekilde ve gerekli açıklamalarda yer verilmeden kullanılması.

Öğrenme ortamı faktörleri: Sınıf içi ortamın fen eğitimine uygun olmaması, sınıf içi ilişkiler, öğrencilerin öğretmenle olan ilişkileri

Aile ve sosyal çevre faktörleri: Öğrenciler, günlük hayatlarında fen kavramlarıyla karşılaşır. Çocuklar birçok kavramı çevresinden aldığı tepkiye göre anlamlandırarak kendi yorumlarını oluştururlar.

Şekil 9. Kavram Yanlışsına Neden Olan Faktörler

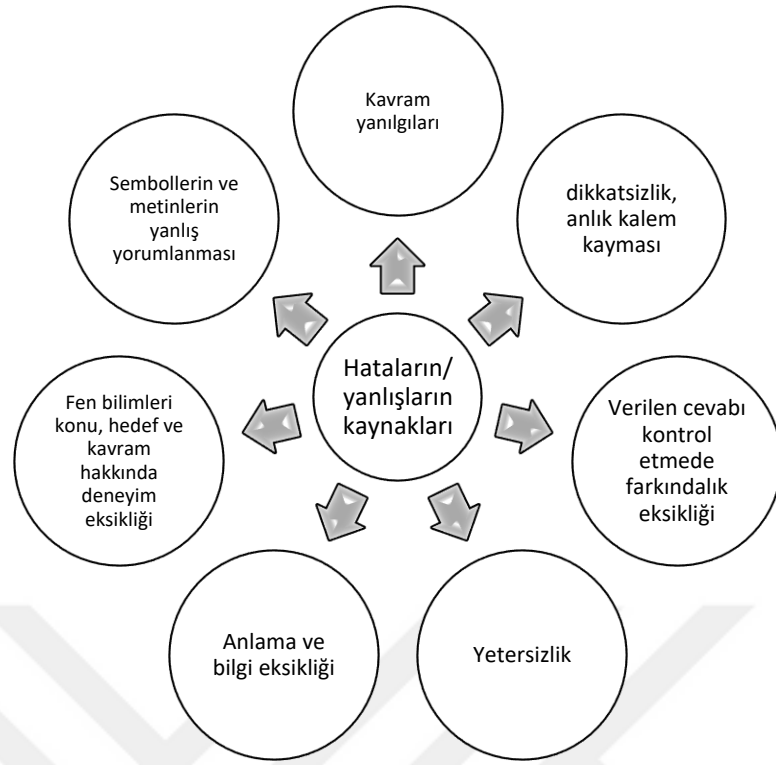
Öğretim programlarının öğrencinin gelişim seviyesine uygun olmaması durumunda da öğrenci birçok güçlükle karşılaşmaktadır. Öğretmenlerin de öğrencilerin sorularını net ve anlaşılır şekilde cevaplayabilmesi ve kavram yanlışlarını bilimsel bilgilerle değiştirebilecek her türlü bilgi birikimine sahip olması gerekir. Ancak yapılan araştırmalara göre fen bilgisi öğretmenlerinin birçoğu kendi ana konusuyla ya da diğer alanlarla ilgili soruları yanıtlamakta güçlük çekmekte ve yetersiz kalmaktadır (Dennick

ve Joyes, 1994). Herhangi bir fen kavramı birbiriyle ilişkili fikir ve olaylardan meydana gelmekte ve bu kavramı öğrencilerin anlaması için olgu ve fikirler arasında anlamlı bağlantılar kurulması gereklidir (Marek, Cowan ve Cavallo, 1994). Fen bilimlerinde ilgili kavramlar ve konular ders kitaplarında ve öğretim programlarında farklı bölümlerde yer alabilmektedir. Öğrenciler birçok alanda yer alan bir kavramı öğrenirken birbirinden kopuk ve birbirleriyle olan ilişkilerine yeterince değinemezlerse bilgiyi diğer olaya transfer etmekte zorlanmakta ve olaylar arasında ilişki kurmakta güçlük çekmektedirler (Eisen ve Stavy, 1998).

Birbiriyle ilişkili konu, kavram ve olaylar birbirinden kopuk şekilde aralarındaki yeterince kavratılmadan yapılan öğretim öğrencilerin bilimsel olmayan ilişkilendirmeler geliştirmelerine neden olmaktadır. Öğretim sürecinde öğrencilerin daha önce bildikleri kavramlar ile bağlantı kurmaları sağlanmalı ve bu bağlantıyı oluştururken kendi kavram yanlışlarını düzeltmeleri sağlanmalıdır (Novak ve Gowin, 1984).

Yılmaz, Tekkaya ve Geban (1999)' a göre kavram yanlışlarının ortaya çıkmasında ders kitapları, öğretmen faktörü ve öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerin bilinmeyişi ve ders esnasında öğretmenlerin yeterli tespiti yapmaması ve gerekli kavramsal değişimlerin yapılmaması etkilidir. Bu anlamda kavram yanlışlarının ilgili konulara başlamadan önce doğru tespit edilmesi önemlidir.

Kavram yanlışlarının giderilmesi ya da önüne geçilmesi önemlidir. Bunun için öncelikle kavram yanlışlarının doğru tespit edilmesi gereklidir. Aynı zamanda alan yazında var olan kavram yanlışlarının yanı sıra ortaya çıkabilecek farklı kavram yanlışlarının da doğru bir şekilde tespit edilmesi gereklidir. Öğretmenlerin kavram yanlışları hakkında derin bilgiye sahip olması ve bu kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilecek deneyime de sahip olması önemlidir. Özellikle öğrenciyi yanlışla götüren nedeni iyi tespit etmek için yapılan hata/yanlışın kaynağının iyi tespit edilmesi gerekir.



Şekil 10. Hata/Yanlışın Kaynağı

Şekil 10 ile değinilen fen bilimleri konu, hedef ve kavram hakkında kastedilen öğrencilerin yeni bilgileri inşa etmek için sahip oldukları ön bilgilerdir. Bu anlamda ön bilgiler kritik öneme sahiptir ve her zaman doğru olmayabilir, bu durumda kavram ile ilişkili hatalı öğrenmeye neden olabilir. Yanlış öğrenmelerin var olan kavram yanlışlığı mı yoksa başka sebepten kaynaklanan bir hata olduğunu anlayabilmek için hata yapılma sıklığı ve tutarlılığına bakmak önemlidir (Ashlock, 2000).

Çoktan seçmeli testlerin de kullanıldığı kavram yanlışlarının tespitinde öğrencilerin maddelere verdiği cevabın irdelenmesi gereklidir. Bu yüzden kavram yanlışları ile ilgili doğru tespitlerde bulunabilmek amacıyla öğrencinin o cevabı nasıl ya da niçin seçtiği de sorulmalıdır (Şahin ve Çepni, 2012). Öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara verdikleri yanıtlar birlikte analiz edilir ve öğrencilerin düşünme biçimleri yorumlanmaya çalışılır, fakat bu yöntemin uygulanması ve analiz edilmesi zor ve oldukça zaman alıcıdır (Tunç, Akçam ve Dökme, 2012).

Yukarıdaki özellikler dikkate alınarak 1980'lerde, çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp olumsuzluklarını en aza indiren iki aşamalı teşhis testleri geliştirilmiş ve özellikle son 10-15 yıllık süre içerisinde birçok araştırmacı tarafından fen bilimlerinin farklı alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Voska & Heikkinen, 2000).

Tablo 4

İki Aşamalı Testlerin Türleri ve İçerikleri

İki aşamalı testlerin türleri	1. Aşama	2. Aşama
1. Çoktan seçmeli iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Çoktan seçmeli (+Açık Uçlu)
2. Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler	Doğru-yanlış	Çoktan seçmeli (+Açık Uçlu)
3. Açık uçlu iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Açık uçlu

(Kaynak: Karataş, Köse ve Coştu, 2003)

İki aşamalı testler iki kısımdan oluşmaktadır. Tablo 4’ de görüldüğü gibi bu testlerin ilk kısmı çoktan seçmeli veya doğru yanlış testi olmakla birlikte ikinci aşaması ilk aşamada işaretlediği seçeneğin gerekçesinin belirtildiği kısımdır. Bu bölümde kavram yanlışlarının olup olmadığı veya varsa farklı kavram yanlışlarının tespit edilmesini sağlamaktadır (Voska ve Heikkinen, 2000).

İki aşamalı testlere alternatif olarak üç aşamalı testler de geliştirilmiştir. Üç aşamalı testlerin geliştirilme aşamaları iki aşamalı testlerle aynıdır fakat üç aşamalı testlerde ek olarak öğrencilerin verdikleri yanıttan ne kadar emin oldukları sorulmaktadır. Bu aşamada verilen cevaba göre, öğrencilerin gerçekten bir kavram yanlışına mı sahip oldukları yoksa bilgi eksikliğinden kaynaklanan bir yanlışlık mı yaptığını belirlenebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı, tek aşamalı ve iki aşamalı testlere göre üç aşamalı testlerde daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Üç aşamalı testlerde üçüncü aşama olarak yer alan güven aşaması, verilen doğru cevapların tahmine dayalı olup olmadığını veya yanlış cevapların bilgi eksikliğinin göstergesi olup olmadığını anlamada yol göstermektedir (Yang ve Lin, 2015). Böylece üç aşamalı testler, üçüncü aşaması ile öğrenenlerin soruya ilişkin ilk iki aşamada verdikleri yanıtların, bilgi eksikliğinden mi yoksa gerçek bir kavram yanlışından mı kaynaklandığının ayırt edilmesini sağlar (Peşman ve Eryılmaz, 2010).

TIMSS 2015 yılından itibaren kavram yanlışları ortaya çıkarabilecek maddeleri doğrudan yayınlamış ve yanıt anahtarında detaylı bir şekilde belirtmiştir. TIMSS kavram yanlışlarının teşhis edilmesinde büyük veri tabanına sahiptir.

Singapur, (Çin) Hong Kong, Finlandiya, Kore ve Türkiye' nin Fen Öğretim Programına Genel bir Bakış

TIMSS sınavlarında en başarılı ülkeler arasında Singapur, Çin (Hong Kong), Finlandiya, Kore yer almaktadır. Ülkelerin fen öğretimi programları incelendiğinde Çin (Hong Kong) ve Singapur fen okur-yazar bireylerin yetişmesini vurgulamıştır. Singapur fen bilimleri öğretim programında bireylerin yaşadığı dünyada toplum ve çevre bilincinde olmaları, merak etmeleri, bilimsel araştırmalarda tutum ve beceriler kazandırmayı, bilim ve günlük hayat arasında bağlantı kurmalarını amaçlamaktadır (MoE, 2014). Çin (Hong Kong) ve Türkiye fen bilimleri öğretim programında özellikle mühendislik çalışmalarına yer verilirken Singapur öğretim programında fen ve mühendislik çalışmaları özellikle belirtilmemiştir. Finlandiya fen bilimleri dersini Fizik, Kimya, Biyoloji ve Coğrafya olarak branşlara ayırırken, diğer ülkeler Fen Bilimleri olarak tek çatı altında toplamıştır. Singapur ve Türkiye'nin öğretim programlarında bilinç, farkındalık, takdir duygusu, fenle ilgili duyuşsal özelliklere daha fazla vurgu yapılmıştır. Hong Kong ve Kore'nin programları hedefler açısından benzerken Kore hedefleri daha genel ele almıştır. Hedefler açısından en detaylı program Türkiye' dir. Özellikle kariyer bilinci geliştirmeye ilişkin hedef sadece Türkiye programında yer almıştır (Berber ve Güzel, 2017).

Program içeriği bakımından Finlandiya, Biyoloji alanında, Doğa ve Ekosistemler, Yaşam ve Evrim, İnsan ve Çevre. Coğrafya alanında; Dünya, Avrupa, Finlandiya, Çevre. Fizik alanında; Hareket ve Kuvvet, Titreşim ve Dalga hareketi, Isı, Elektrik, Doğal yapılar. Kimya alanında; Hava ve Su, Hammadde ve Ürünler, Yaşayan Doğa ve Toplum.

Hong Kong fen bilimleri program içeriğinde, Madde ve Enerji, Mikroskobik düzeyde maddenin farklı atomlardan ve moleküllerden oluştuğu, bu nedenle farklı özelliklere sahip olduğu gerçeğinden hareketle farklı özelliklerde kimyasal değişikliklerin olacağı ve bunların daima bir enerji değişimi içerdikleri; Makroskobik düzeyde maddenin enerji depolayabilmesi ve enerjinin farklı formlarının birbirine dönüştürülmesi, canlıların ihtiyaç duyduğu enerji ve enerji transfer süreci olarak ele alınmıştır.

Kore 3. Sınıftan 10. Sınıfa kadar bütün fen dersleri, Hareket ve Enerji, Madde, Yaşam, Dünya ve Uzay olmak üzere dört üniteye başlığı altında ve her ünite içinde iki ya da üç konu olarak ele alınmıştır.

Singapur fen bilimleri konularını altı ünite üzerine kurmuştur. Bunlar; Fen ve Teknoloji, Ölçme, Çeşitlilik, Modeller ve Sistemler, Enerji, Etkileşimlerdir. Her üniteye ilişkin genel ve kısa bir amaç yazılmıştır.

Türkiye Fen Bilimleri Öğretim Programı, Canlılar ve Hayat, Madde ve Değişim, Fiziksel Olaylar, Dünya ve Evren konu alanlarını temel almıştır. Her üniteye ilişkin konular için kazandırılacak davranışlar yazılmış ve öğretmenlere açıklamalar yapılmıştır.

Türkiye ve Kore, kademe kademe ve konu konu davranışlar şeklinde, ders süreleriyle birlikte en ayrıntılı öğretim programlarını hazırlarken, en genel içeriğin sunulduğu fen programı Finlandiya'dır. Bütün ülkelerin fen bilimleri öğretim programlarında araştırma ve sorgulama öne çıkmıştır. Singapur ve Kore bilgi teknolojilerinin kullanımını daha çok vurgularken, Finlandiya öğrenme- öğretme sürecinden oldukça genel bahsetmiştir. Temel unsurlara göre en genel program Finlandiya iken hedefler ve içerik olarka en detaylı program Türkiye; öğrenme-öğretme süreci ve değerlendirmede Hong Kong en detaylı öğretim programıdır (Berber ve Güzel, 2017).

Bu ülkeler arasında en başarılı ülke olan Singapur öğretim programlarında, Beyaz alan (Serbest zaman) yer almaktadır. Bu süre öğretmenlerin öğrenme ve öğretme yaklaşımlarına daha çok zaman ayırmaları, öğrencilerin keyif almaları ve öğretmenlerin daha anlamlı öğrenme yapmasını sağlamak için verilmiştir.

Ders kitapları en ayrıntılı ve sayıca en fazla Singapur' dadır. Singapur fen bilimleri öğretim programında fen bilimleri dersi beş temaya ayrılmış ve konular bu temalara göre yerleştirilmiştir. 5. ve 6. sınıf fen derslerinde Döngüler (Cycles), Sistemler, Etkileşimler (Interactions) ve Enerji (Energy) temalarında dört kitapçık bulunmakta ve ek olarak da Bilimsel Süreç Becerileri (Science Process Skills) kitabı da fen dersinde okutulmaktadır. 7. ve 8. sınıf ders kitapları Lower Secondary Volume A ve B kitaplarının dışında bu sınıflar da Teori Çalışma Kitabı ve Uygulama Çalışma Kitabı da kullanılmaktadır. Çalışma kılavuzu, Uygulama Sayfaları, Bilimsel Süreç Becerileri, Güncel Temel Kılavuz ve Etkili Kılavuz olmak üzere 7. ve 8. Sınıflarda sekizer kitap ile fen dersi yapılmaktadır (Eryılmaz, 2020). Singapur ulusal ilköğretim bitirme sınavı (PSLE), ilköğretim kademesini (ilk 6 yıl) bitiren öğrenciler için her yıl düzenlenen ulusal bir sınavdır (UNESCO, 2010). Sınavın amacı öğrencileri elde ettikleri puanlar ve çeşitli performans göstergeleri doğrultusunda akademik başarı, ilgi ve yönelimlerine göre çeşitli alanlara göre özelleşmiş okullara yerleştirmektir. PSLE sınavı Fen Bilimleri alanı, 1 saat 45 dakika bir süreye sahip olup, soru tipleri çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Soru köklerinde “açıklayınız, neden?, çıkarım yapınız, tanımlayınız, sonuç çıkarınız, bir sebep söyleyiniz” gibi ifadelerle yer verilmiştir. PSLE sınavının soruları, PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda kullanılan sorularla benzerlik gösterdiği

söylenbilir (Özer, 2022). Singapur' un ulusal sınav sorularının da uluslararası sınav sorularına benzemesi başarıda üst sıralarda yer almasında etkili olmuştur

Öğretim programları kavram yanılgıları bakımından incelendiğinde, Türkiye fen bilimleri öğretim programlarında, sadece 3. sınıf düzeyinde “Canlı ve cansız kavramlarında literatürdeki kavram yanılgılarına dikkat edilir” olarak açıklama bölümünde yer verilmiştir (MEB, 2018). Çin (Hong Kong), Singapur fen öğretim programlarında kavram yanılgısına dair herhangi bir açıklamaya yer verilmemiştir (Kirişçi, 2022).

TIMSS Uygulamalarına Yönelik Araştırmalar

Bu bölümde araştırma bulguları ile ilgili olan, Fen Bilimleri ve Fen Bilimleri öğretim programlarını etkilediği düşünülen ulusal ve uluslararası araştırmalara yer verilmiştir.

Martin, Mullis ve Dwyer (2000) iki aşamada incelediği okul etkililiği çalışmasında TIMSS 1995 verileri ile öncelikle 34 ülkede düşük ve yüksek performans gösteren okulların özelliklerini incelemiştir. İkinci aşamada yüksek performans gösteren okulların özellikleri (sınıf uygulamaları, öğretmen nitelikleri, okul iklimi, okulun yeri ve büyüklüğü, ev-okul arayüzü) belirlenmiş ve sonrasında öğrencilerin ev geçmişinin fen ve matematik başarısı üzerindeki etkisi kontrol altında tutularak, okul etkililiği araştırmalarında TIMSS ve PIRLS 2011 sonuçlarına göre okul kalitesini etkileyen faktörlere dayanan kavramsal model oluşturmuştur.

Neuschmidt, Barth ve Hatedt (2008), 1995 ve 2003 yılları arasında TIMSS çalışmasına katılan 8. Sınıf öğrencilerinin performanslarında ortaya çıkan cinsiyet farklılıklarını araştırmıştır. Özellikle kimya konularında ve fizik konularına göre erkeklerin kızlara göre daha başarılı olduğunu belirtmiştir.

House (2008) Japonya'daki ilkökul öğrencilerinin Fen, öğretim faaliyetleri ve Fen başarısına ilişkin öğrenci inançları arasındaki ilişkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, İşbirliğine dayalı öğrenme etkinlikleri ve aktif öğrenme stratejileri, bilim başarısı ile olumlu ilişkili olduğunu ve öğrencinin Fen hakkındaki inançlarının, öğretim faaliyetlerinin etkilerini göz önünde bulundurduktan sonra bile başarı ile anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir.

Kalender ve Berberoğlu (2009) anne-baba eğitim düzeyi, evdeki kardeş sayısı, kitap sayısı, kendine ait oda, çalışma masası olup olmama durumu ile fen başarısı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tsai ve Yang (2015) araştırmasında ailenin sağladığı eğitim kaynaklarının özellikle fen başarısı üzerinde yüksek oranda etkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Atar (2014) ise araştırmasında öğretmen değişkenini incelemiş ve TIMSS 2011 Fen başarı puanı ile öğretmen mezuniyet alanı arasında herhangi bir ilişki tespit etmemiştir. Abazaoğlu (2016), TIMSS 2011. Sınıf öğrencilerinin fen başarı puanı ile öğretmen anketlerine verilen cevapları incelemiş ve Singapur, Güney Kore ve Japonya’ da öğretmenlerin eğitim düzeyleri ile fen başarı puanları arasında anlamlı bir ilişki tespit etmiştir.

Uzun (2010), TIMSS-R Türkiye uygulamasına katılan öğrencilerin fen başarısını etkileyen değişkenleri incelemiş ve öz yeterlik, tutum ve sınıf içi öğrenci etkinlikleri boyutlarının cinsiyet faktöründen etkilendiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Öztürk ve Uçar (2010) TIMSS 2007 ile toplanan anket verilerini kullanarak Tayvan ve Türkiye’ deki 8. sınıf öğrencilerinin fen başarısına etki eden faktörleri araştırmışlardır. Tayvan başarı sıralamasında Türkiye’ nin oldukça üzerinde yer alan bir ülke olduğundan, başarıdaki bu farklılığın hangi nedenlere bağlı olabileceğini bulmayı amaçlamışlardır. Araştırmada öğrencilerin evde kitap bulundurma oranları, ailelerin eğitim durumu, öğretmenlerin eğitim durumu, eğitime ayrılan bütçe, öğrencilerin fene karşı tutumları, fen öğretim programlarında fene ayrılan süre ve öğrencilerin teknoloji kullanımı değişkenleri yer almıştır. Bu faktörlerden sosyo-ekonomik durum, eğitime ayrılan bütçe, ailelerin eğitim durumu, öğretmenlerin eğitim durumu ve fen öğretim programlarında fene ayrılan süre anlamlı biçimde farklılık gösterdiğinden, bu faktörlerin iki ülke arasındaki fen başarı farkını oluşturan nedenler olabileceği belirtilmiştir.

Erberber (2010) Türkiye’ nin farklı bölgelerini TIMSS 2007 sonuçları yönüyle karşılaştırmış ve farklılıkların nedenlerini araştırmıştır. Özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’ nin, 8. sınıf öğrencilerinin fen ve matematik başarıları yönüyle diğer bölgelerden daha başarısız olduğunu ortaya koymuştur. Bu farklılığın nedenini de bu bölgelerdeki ailelerin eğitim seviyelerinin düşük oluşu, evdeki eğitim materyallerinin yetersizliği, okul ortamının akademik başarı ve eğitim materyalleri yönüyle yetersiz oluşu ile açıklamıştır.

Ünlü (2011) TIMSS (2011) 8. Sınıf Fen Bilimleri sorularının öğretmen görüşlerine göre değerlendirmiş ve Türkiye’ nin başarı durumunu değerlendirmiştir. TIMSS 2011’ de 81 Fen bilgisi sorusundan 19 sorunun Fen Bilimleri öğretim programında bulunmadığı,

başarısızlığın nedeninin öğrenme ortamlarında öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınmamasından kaynaklı olduğu, TIMSS sınavı ile Türkiye müfredat programının uyumlu olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Mohammadpour (2014) yaptığı çalışmada, Malezya'nın TIMSS 1999, 2003 ve 2007 yıllarındaki, 8. sınıf fen verilerini kullanarak, bazı öğrenci ve okul faktörlerinin, fen başarıları üzerindeki etkisini ve bu etkinin değişimini araştırmıştır. Çalışmada, öğrenci ve okul faktörlerini, başarıyı etkileyen birer katman olarak tanımlamıştır.

Abazaoğlu (2014) yaptığı çalışmada, TIMSS 2011 uygulamasına katılan Singapur, Güney Kore, Japonya, İngiltere, Türkiye, Romanya, Gürcistan, Malezya ve Makedonya' dan oluşan 9 ülkenin 8. sınıf öğrencilerinin fen başarılarıyla, bu öğrencilerin kendi özellikleri ve fen bilgisi öğretmenlerinin özellikleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu incelemiştir.

Yetişir (2014) çalışmasında, TIMSS 2011 verilerini kullanarak, Türkiye' deki 8. Sınıf öğrencilerinin sınıf değişkenlerinin fen başarıları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Verileri HLM kullanarak analiz etmiştir. Analiz sonucunda sınıflar arası fen başarıları varyansını %32 olarak hesaplamıştır. Ayrıca, anne ve babaların tutumlarının, öğrencinin derse katılma isteğinin ve öğrenmeye hazır bulunuşluğunun fen başarılarını anlamlı biçimde olumlu etkilediğini belirlemiştir. Öğretmenlerin iş birliğinin ve sınıfta araştırmaya dayalı etkinlikler uygulamasının fen başarıları üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Genel olarak bir okulun başarıları ve okulun akademik başarıya verdiği önem veya okulun akademik mükemmellik beklentisiyle ilişkilendirebilmektedir. TIMSS 2011 sonuçları ile akademik iyimserlik, akademik başarı ile okulun akademik başarıya verdiği önem arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Okul iklimi ve başarı arasındaki ilişki ortalama olarak gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere göre daha güçlüdür (Muhammadpour vd (2015).

Böyük (2017) hazırladığı çalışmada 8.sınıf fen bilimleri öğretim programı kazanımlarının içerik bakımından 2015 TIMMS verilerine göre incelemiştir. Elde edilen 21 sonuçlar doğrultusunda 8.sınıf kazanımların TEOG ile ilişkili olduğunu ancak TIMMS verileri ile ilişkisinin az olduğunu ifade etmiştir.

Yahya ve Ayasrah (2018) tarafından yapılan araştırmada Ürdün 8. Sınıf öğrencilerinin TIMSS 2015 sınavında düşük başarı göstermelerinin sebeplerini Fen öğretmenleri ve eğitim yöneticileri açısından incelemiştir. Değişkenler olarak katılımcıların cinsiyet, deneyim, eğitim yöneticisi algı rollerini ele almıştır. Bu

doğrultuda TIMSS 2015 sınavında katılmış başarısı ortalamasının altında kalan okullarda görev yapan 100 Fen Öğretmeni ve 114 eğitim yöneticisine 51 maddelik anket uygulamıştır. Araştırma sonucunda düşük başarı nedenleri arasında yüksek seviye beklentisi olan fen bilimleri öğretmenleri ve eğitim yöneticilerinin yönetim algılarından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda cinsiyet faktörünün etkili olmadığı ve 6-10 yıl arasında deneyime sahip öğretmen ve eğitim yöneticilerinin pozitif yönde etkili olduğunu tespit etmiştir. Araştırma bulgularına dayanarak TIMSS 2015’ deki düşük başarının nedenlerinin tartışılması için konferans düzenlenmesi önerilmiştir.

Kumalar (2018) araştırmasında 8. Sınıf öğrencilerinin Fen Bilimleri dersindeki başarılarını Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, Üst Biliş Etkinlik Ölçeği ve TIMSS 2011 Fen soruları bağlamında değerlendirmiş ve fen başarıları, mantıksal düşünme yetenek düzeyleri ve problem çözme doğrultusundaki üst biliş yeteneği düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Polat (2019), TIMSS 2015 8. Sınıf öğrencilerinin matematik ve fen bilimleri derslerine ilişkin duyuşsal özelliklere ilişkin model oluşturmuştur. Daha sonra bu model üzerinden doğrulayıcı faktör analizi yöntemini kullanarak cinsiyete, bölgelere ve kültürlere (Singapur, Suudi Arabistan ve Türkiye) göre incelemiştir. Kültürler ve bölgeler arasında ölçek değişmezliği, cinsiyetler arasında ise katı değişmezlik koşullarını sağladığı görülmüştür. Dolayısıyla cinsiyete göre yapılacak karşılaştırmalarda anlamlı olacağı ancak bölgeler ve kültürler arasında yapılacak karşılaştırmalarda olası farkların herhangi bir yanlılıktan kaynaklanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Peduk ve Ateş (2019) Fen Bilimleri öğretim programı kazanımlarını TIMSS çerçevesine göre analiz etmiş ve 223 ortaokul Fen Bilimleri öğretim programı kazanımında 93’ünün (%41,7) bilme, 71 kazanımın (%31,8) uygulama, 59 kazanımın (%26,5)’inin akıl yürütme düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Delil (2022) çalışmasında ilkökul fen bilimleri öğretim programlarındaki kazanımların TIMSS 2019 çerçevesine göre analizinde Fen Bilimleri öğretim programında bulunan öğrenme alanlarındaki kazanım yüzdelerinin TIMSS öğrenme alanlarına göre dengeli dağılmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda TIMSS sınavında sorulan her 100 maddenin bilişsel alanlara dağılımı bilme 40, uygulama 40 ve akıl yürütme 20 iken, Fen Bilimleri öğretim programındaki her 100 kazanımın 10’ u bilme, 65’ i uygulama ve 25’i akıl yürütme düzeyindedir. Bu anlamda Fen Bilimleri öğretim programlarının %90’ı üst düzey bilişsel seviyede iken TIMSS maddelerinin hedef yüzdelerinin %60’ı üst düzey bilişsel seviyededir.

TIMSS' in temel özellikleri ve verileri dikkate alındığında öğrenci başarısının tek yönlü değerlendirilmeyeceği ve öğrenci başarısını etkileyen çok fazla değişken olduğu söylenebilir. Bu nedenle öğrenci başarısının sadece bir değişkenle değil birçok değişkenin göz önünde bulundurularak incelenmesi gereklidir. Ulusal ve uluslararası yapılan araştırmalarda öğrenci başarısı; öğrenci özellikleri, sosyoekonomik düzey, öğrenci geçmişi, aile kaynakları, anne-baba özellikleri, ev olanakları ve eğitim kaynakları, okul ve çevresi, öğretmen- idareci özellikleri gibi birçok değişkenin etkisi altındadır.

TIMSS uygulamalarında öğrenci başarısını yordayan aile, öğrenci, öğretmen ve okul özelliklerinin incelendiği araştırmaların sıklıkla üretildiği görülmüştür. Neidorf vd. (2020) raporunda TIMSS araştırmalarına farklı bir boyut kazandırmış ve beş ülkenin TIMSS bağlamında sahip olduğu kavram yanlışlarını incelemiştir. Alan yazında TIMSS ve kavram yanlışlarını araştıran başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu doğrultuda kavram yanlışlarına yönelik ilgili araştırmalar Fen öğretimi boyutuyla incelenmiştir.

Kavram Yanlışlarına Yönelik Araştırmalar

Alan yazında Fen bilimlerine yönelik birçok araştırma mevcuttur. Bu başlık altında araştırma sonucunda belirlenen kavram yanlışları temel alınarak benzer bulguların yer aldığı araştırmalara yer verilmiştir. İlgili araştırmalar Madde ve Özellikleri, Kuvvet ve Hareket, Enerji ve Canlılar Dünyası olarak sıralanmıştır.

Ben-Zwi vd. (1986); Tezcan ve Salmaz (2005); Sarıkaya ve Ergün (2014) çalışmalarında ayrı ayrı maddenin ezilmesi durumunda atomun da ezileceği yanlışını gözlemlemişlerdir. Ayrıca Meşeci ve arkadaşları (2013) bu yanlışın yanında maddenin küçük parçalara ayrılması sonucu güçsüz düşüp madde özelliği gösteremeyeceği ve katı maddelerin atomlarının da katı olması yanlışısıyla karşılaşmışlardır. Ayrıca maddenin hareket halinde olması durumunda atomun da hareket ettiği düşüncesinin yaygın olduğunu gözlemlemişlerdir.

Özalp ve Kahveci (2011) çalışmalarında 6-11.sınıflarda okuyan öğrencilere iki aşamalı sorulardan oluşan bir test uygulamış ve araştırma sonuçlarında atomun dışarıdan yapılan değişikliklerden doğrudan etkilendiği hatta parçalara ayrıldığında güçsüz kalıp madde özelliği gösteremeyeceği, su moleküllerinin donarken küçüleceği, donma sırasında sıcaklık azalacağı yanlışında olduğunu tespit etmişlerdir (ısınma, şekil değiştirme, hal değişimi vb.)

Kabapınar (2013) kimyasal bağlar konusuna yönelik 11.sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını ontoloji temelinde incelemiş ve 404 öğrenciye kimyasal bağ ve özellikleri konusunda açık uçlu kavramsal sorulardan oluşan bir test uygulamıştır. Aynı zamanda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının altında yatan nedenleri ortaya çıkarmak amacıyla bazı öğrenciler ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin kimyasal bağların kütlesi ve hacmi olduğunu ve özellikle öğrencilerin enerjinin de bir madde olduğunu ve kütlesinin bulunduğu kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır.

Sarı ve Bayram (2018) araştırmasında maddenin yapısı ve özellikleri konusuna yönelik 7. Sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarını ontoloji temelinde incelemiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen 20 soruluk iki aşamalı bir kavram testi kullanılmıştır. Araştırma sonunda madde ısınınca tanecikleri de ısınır; madde ısıtılınca tanecikleri de erir, madde soğutulunca tanecikleri de donar; altın atomları altın gibi serttir, şeker suda çözününce yeni bir madde oluşmuştur; şekeri suya attığımızda kimyasal bir olay gerçekleşir kavram yanlışlarını tespit etmiştir.

Akdağ Kılıcı (2019) araştırmasında ortaokul 7. sınıf öğrencilerinde atom kavramı hakkındaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla geliştirdiği kavram yanlışları testinde öğrencilerin atomun bölünemez olması, mikroskopla görülebilmesi ve canlı olması gibi çok sayıda kavram yanlışlarına sahip olduğunu tespit etmiştir.

Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek (2003) araştırmasında lise ve üniversitede öğrenim gören öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla ısı ve sıcaklık kavram testi geliştirmiş ve araştırma sonunda “Isı ve sıcaklık aynı kavramlardır; Sıcaklık maddedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir, Bir cismin sıcaklığı yüksekse ısı da yüksektir; Sıcaklık maddenin ortama verdiği kinetik enerjidir” kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır.

Eryılmaz ve Sürmeli (2002) lise 1. Sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusuna yönelik kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla üç aşamalı çoktan seçmeli test geliştirmiş ve araştırma sonunda “Sıcak ve soğuk olmak üzere iki çeşit ısı vardır; Bir nesnenin sıcaklık durumu yapıldığı maddenin türüne bağlıdır; Aynı ortamda bulunan sıvılar katılara göre daha soğuktur; Yünlü maddeler nesneleri sıcak tutmak için iyidir, ama soğuk tutmak için yeterli değildir” kavram yanlışlarını tespit etmiştir.

Gönen ve Akgün (2005) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının üzerinde yaptığı araştırmasında “Isı taneciklerin ortalama kinetik enerjisidir, sıcaklık ise tek bir taneciğin kinetik enerjisidir; Isı maddenin toplam potansiyel, sıcaklık ise maddenin toplam kinetik

enerjisidir; Isı bir enerji türüdür, sıcaklık ise ısı sonucu oluşan bir duyumdur” kavram yanılgılarını ortaya çıkarmıştır.

Solomon (1983), öğrencilerin enerji kavramını insanların günlük hayattaki hareketleri ile ilişkilendirdiklerini ortaya çıkarmıştır. Öğrenciler enerji kavramını insanlara özgü yürümek, zıplamak gibi kavramlarla eşleştirdiklerini ve öğrencilerin enerji kavramına yönelik okul dışında edindikleri bilgilerin bilimsel bilgilerle uyuşmadığını ve yine de bu bilgileri kullanmayı sürdürdüklerini tespit etmiştir.

Solomon (1985), İngiltere’de dördüncü sınıfta okuyan öğrencilere üç yıl boyunca bir çalışma yürütmüştür. Bu araştırma öğrencilerin enerji konusuna yönelik ilk sistematik çalışma olması bakımında ayrıca önemlidir. Araştırma sonucunda öğrencilerin enerjinin depolanabileceğine inanmadıkları tespit edilmiştir. Birçok öğrenci yiyecek, gazyağı gibi maddelerde enerji bulunmadığı halde enerji oluşumuna sebep olduğu bilgisi mevcuttur. Enerji sadece hareketli insanların aktivitesidir; enerji yoktan var olabilir kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Trumper ve Gorsky (1993) çalışmalarında öğrencilerin enerji konusuna yönelik kavram yanılgılarını dokuz gruba ayırmışlardır. Araştırma sonunda “Enerji insanlarla ilişkilidir; Enerji hareketle ilgilidir; Nesnelerin enerjisi vardır ve bu enerjiyi harcarlar; enerji belli işlemler sonucu açığa çıkan üründür; Enerji belirli işlemlerle cisimlerin arasında akan bir çeşit akışkandır” kavram yanılgılarını ortaya çıkarmışlardır.

Trumper (1998) fizik öğretmeni adaylarının enerji konusundaki kavramsal gelişimlerini 4 yıllık bir süreçte incelemiştir. İki bölümden oluşan 25 soruluk anketi öğretim yılının ilk balında uygulamıştır. Anketin ilk bölümünde enerji kavramına yönelik resimler bulunmakta ve bu resimleri öğretmen adaylarının tanımlaması istenmiştir. Araştırma sonunda zamanla kavram yanılgılarının giderildiği ve anlamalarının arttığı, fakat birçok kavram yanılgısının da değişmediği tespit edilmiştir. Bu kavram yanılgıları arasında enerjiyi somut bir varlık olarak algılamalar, enerji ile kuvvet kavramlarını karıştırmaları ve yalnızca hareket eden cisimlerin enerjiye sahip olabileceği yer almaktadır.

Jimoyiannis ve Komis (2003) araştırmasında 6 farklı lisede öğrenim gören 146 öğrenciye kuvvet ve hareket konusuna yönelik bir anket uygulamış ve araştırma sonunda öğrencilerin yerçekimi kuvvetinin varlığını göz ardı eden ve etki-tepki kuvvetlerinin hareketli topa da uygulandığı kavram yanılgısına sahip olduklarını belirlemiştir.

Kuru ve Güneş (2005) kuvvet kavramına yönelik Ankara’ da 8 lisede öğrenim gören 456 öğrenci üzerinde yaptığı çalışmada 23 soruluk çoktan seçmeli test

hazırlamıştır. Seçeneklerin sonunda “Neden” sorusunu yönelterek verilen cevapların detaylı şekilde açıklaması yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre en fazla “Bir cisim atıldığında harekete neden olan kuvvet, cisme hareketi boyunca devam eder; ağırlık madde miktarıdır” kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Lewis ve Wood-Robinson (2000) DNA, Gen, Kromozom, hücre bölünmesi ve genetik problemlerine yönelik lise öğrencileri üzerinde yaptığı araştırmada öğrencilerin bu konuları işlemiş olmalarına rağmen öğrenemediklerini be kavramlar arasında ilişki kuramadıklarını tespit etmişlerdir. Öğrencilerin özellikle DNA kopyalanmasını anlamadıklarını, organizmanın temel yapı biriminin hücre olduğunu bilmediklerini ve bu durumun temel nedeninin öğretim programları olduğunu belirtmişlerdir.

Tekkaya, Çapa ve Yılmaz. (2000), ‘Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları’ adlı çalışmalarında öğretmen adayların biyolojinin temel konularındaki kavram yanılgılarını saptayarak bunların nedenlerini biyoloji alanındaki öğretim üyeleri ile görüşerek belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini 186 biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak 33 sorudan oluşan Genel Biyoloji Kavram Yanılgısı Testi geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Testte biyoloji öğretim programının içerdiği ekoloji, bitki biyolojisi, sindirim sistemi, solunum, boşaltım sistemi, enzim, osmoz ve difüzyon, hücre bölünmesi, sınıflandırma ve besin ağı temel kavramlar yer almaktadır. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermektedir.

Dikmenli ve Çardak (2004), biyoloji ders kitabında bulunan kavram yanılgılarına yönelik araştırmasında Yaşamın temel birimi- Hücre konusunda eksik bilgi ve kavram yanılgısına neden olabilecek içerik olduğunu tespit etmişlerdir.

Fen bilimleri alanında yapılan kavram yanılgıları çalışmalarında öğrencilerin fen olayları hakkında farklı inanış ve fikirler geliştirdiklerini ve bilimsel olarak tutarsız ve eksikliklerin fen derslerinde amaca uygun öğretim yapılmasını engellediği bilinmektedir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışma grupları, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve analizi ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın amacı, 2007 ve 2019 yılları arasında TIMSS sınavına katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanlarına yönelik kavram yanlışlarının araştırılmasıdır.

Bu amaca yönelik nicel ve nitel veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntemler araştırma desenine başvurulmuştur. Bu araştırma şekli, toplanan nicel ve nitel verilerin birleştirilip, birbirleriyle ilişkilendirilip harmanlanmasıyla elde edilen sonuçların daha güvenilir, zengin ve kapsamlı olmasını sağlamaktadır.

Karma Yöntem nicel ve nitel araştırmaların basitçe birlikte kullanılması değildir. Aynı araştırma sorusu üzerinde her iki yaklaşımla elde edilen geniş çaplı verilerin derinlemesine analizini, bu veriler arasında bağlantı kurmayı ve birleştirme yapmayı gerektiren bir süreçtir (Creswell, 2012: 535). Ayrıca tek bir yaklaşımla elde edilecek verilerle anlaşılması eksik kalacak olan araştırmalarda bu eksikliği giderecek alternatif verilerle araştırmanın tamamlanması karma yöntemle mümkün olur (Creswell, 2012: 535).

Bu araştırmada nicel ve nitel veriler bir arada kullanılarak elde edilen sonuçların daha güvenilir, zengin ve kapsamlı olması sağlanmıştır. Araştırmanın nicel verilerini 2007 ile 2019 yılları arasında TIMSS sekizinci sınıf Fen Bilimleri madde sonuçları ve kavram yanlışları tespit edilen maddelerin IDB Analyzer programı kullanılarak yeniden değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar oluşturmaktadır. Öğretmenlerin kavram yanlışlarına ilişkin görüşleri, belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin ünite, konu ve kazanımların 2000 yılından 2018 yılına kadar değişen öğretim programlarında nasıl ele alındığı ve değişen öğretim programlarına göre hazırlanan ders kitaplarının değerlendirilmesi nitel verileri oluşturmaktadır.

Nicel ve nitel veriler, bulgular ve yorum kısmında bir araya getirilerek ilişkilendirilmiş ve yorumlanmıştır. Buna göre; araştırmada, karma yöntemler araştırma desenlerinden *bütünleşik desen* kullanılmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını Millî Eğitim Bakanlığına bağlı okullarda görev yapan Fen Bilimleri öğretmenleri oluşturmuştur. Araştırmaya katılan öğretmenlere ilişkin bilgi Tablo 5’ de verilmiştir.



Tablo 5

Araştırmanın Katılımcıları

Kod	Mesleki Deneyim	Mezun Olunan Fakülte	Mezun Olunan Bölüm	Lisansüstü Eğitim Durumu	Akademik Çalışmalarına İlişkin Bilgi	Görüşme Yapılan madde ve üniteler
Ö1	12	Gazi Eğitim Fakültesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Doktora	2015 TIMSS madde okumalarına katılmış, MEB komisyonunda Fen Bilimleri Ders kitabı yazımında yer almış ve kavram yanlışlarına yönelik araştırma yapmış öğretmen	Bütün madde ve üniteler
Ö2	13	Gazi Eğitim Fakültesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Doktora (devam ediyor)	2015 TIMSS madde okumalarına katılmış ve halen tez araştırmasında Fen Bilimlerine yönelik kavram yanlışları çalışan öğretmen	Bütün madde ve üniteler
Ö3	12	Gazi Eğitim Fakültesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Doktora	Doktora tezinin bir bölümünde kavram yanlışları çalışmış ve MEB ders kitabı yazım komisyonunda yer almış, bir dönem Talim ve Terbiye kurulunda kurul üyeliği yapmış öğretmen	Bütün madde ve üniteler
Ö4	12	Hacettepe Eğitim Fakültesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Doktora	Yüksek Lisans tezinde Madde ve Isı ünitesinde kavram yanlışları çalışmış öğretmen.	Madde ve Isı-Biyoloji
Ö5	13	Bolu Abant İBÜ Eğitim Fakültesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Doktora	BİLSEM kurumuna yönelik etkinlik kitabı yazmış ve Canlı Dünyası konusunda kavram yanlışlarına yönelik akademik çalışma yapmış öğretmen.	Biyolojinin tüm konuları
Ö6	11	Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Doktora	Yüksek lisansında kavram yanlışları çalışmış ve doktora da ders almış, kavram yanlışlarına ilişkin akademik çalışmalar yapmış ve kavram yanlışlarına ait araştırmalarına devam eden öğretmen	Kimya alanının bütün konuları
Ö7	28	Elâzığ Üniversitesi Fen Fakültesi	Kimya	Yüksek Lisans	Kimya alanında kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesine ilişkin ders planı tasarlamış ve uygulamış öğretmen.	Kimya alanının bütün konuları

Katılımcıları belirlemek üzere amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ve kartopu örnekleme yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Buna göre en az on yıl deneyimi olan, kavram yanlışlarına ilişkin akademik çalışma yapan ve en az yüksek lisans mezunu öğretmenler araştırmaya dahil edilmiştir. İlgili kriterlere sahip ilk katılımcı ile görüşme planlanmış ve görüşme sırasında “Bu konuda en çok bilgi sahibi kim olabilir, bu konuyla ilgili kimlerle görüşmemi önerirsiniz?” (Patton, 1987) soruları iletilerek süreç ilerledikçe elde edilen isimler kartopu gibi büyümüş ve örnekleme yeni öğretmenler dahil edilmiştir. İlk olarak bütün maddeler iki öğretmen ile ayrı ayrı derinlemesine incelenmiş ve ilgili ünite ve konular seçilmiştir. Daha sonra ilgili madde ve belirlenen kavram yanlışlarına yönelik çalışma yapan öğretmenler belirlenmiş ve sonrasında beş öğretmen ile tekrar görüşme yapılmıştır.

Araştırma katılımcılarının gizliliğini korumak amacıyla kodlar kullanılmıştır. Katılımcı tablosunda Ö3 görüşme yapılan dönemde öğretmenlik yaparken, araştırmanın raporlaştırıldığı dönemde Doçent unvanı ile akademisyen olmuştur. Bu durumun araştırma bulgularını olumlu etkileyeceği varsayılmıştır. Altı öğretmen Fen Bilgisi öğretmenliğinden mezun iken Ö7 Fen Fakültesinden mezun olmuştur. Fakat konuya yönelik ilgisi ve görüşme yapmaya oldukça istekli olması sebebiyle araştırmaya sonradan dahil edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada 2007- 2019 TIMSS sekizinci sınıf Fen Bilimleri maddeleri incelenmiş ve TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışları olarak belirlenen maddeler, yanlış oranı yüksek olan ve yıllara göre yanlış yapılma oranı değişmeyen veya artış gösteren maddeler ve araştırmacı tarafından alan yazın dâhilinde araştırılarak kavram yanlışları teşkil edebilecek maddelerden yola çıkarak kavram yanlışları hakkında yarı yapılandırılmış görüşme formları hazırlanmıştır. Araştırmacı, her bir maddeye ilişkin ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarını, öğretim programları ve ders kitaplarını inceledikten sonra görüşme yapılmasını planlamıştır. Görüşme sonrasında belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin kazanımların TIMSS bağlamında bilişsel boyutunu belirlemek amacıyla TIMSS Bilişsel Boyutuna İlişkin Basamak tablosu (EK 5) kullanılmıştır. İlgili kazanımların öğretim programlarına göre hazırlanan ders

kitaplarında nasıl yer aldığını belirlemek amacıyla Kara ve Aktürkoğlu (2019) tarafından geliştirilen ders kitapları inceleme ölçütler takımı kullanılmıştır.

Görüşme Formları

Araştırma sürecinde kavram yanlışlarının teyit edilmesi amacıyla açık uçlu yoğunlaşmış görüşme türü kullanılmıştır. Açık uçlu yoğunlaşmış görüşme içerik ve yöntem açılarından yarı yapılandırılmış görüşmelere benzer. Araştırmacının elinde önceden saptanmış bir dizi konu veya alan vardır. Bu tür görüşmede araştırmacı görüşmenin akışı içinde önceden saptadığı alanlara yoğunlaşmayı hedefler. Yani açık uçlu yoğunlaşmış görüşme üzerinde durulacak konuların belirlenmiş olması sebebiyle görüşmeler biraz daha yapılandırılmıştır (Bubin' den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmada Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanında maddelerin farklı olması sebebiyle her bir üniteye ilişkin görüşme formları kullanılmıştır. 2007 ve 2011 yılına ait maddeler görüşmeci ile paylaşılırken 2015 ve 2019 yılına ait maddeler IEA ile yapılan anlaşma gereği paylaşılmamış katılımcılara sadece maddeler hakkında açıklayıcı bilgi verilmiştir. Araştırma sürecinde kavram yanlışlarını belirlemek ve kavram yanlışlarını teyit etmek amacıyla iki görüşme formu kullanılmıştır. İlk görüşme formu uygulandıktan sonra ulaşılan sonuçlara göre ikinci görüşme formları düzenlenmiştir. Görüşme formlarının hazırlanmasının her aşamasında iki uzman görüşüne başvurulmuş ve sonrasında iki öğretmen ile pilot uygulama yapılmıştır.

Görüşme Formu-1. İlk hazırlanan görüşme formunda TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığı olarak verilen maddelere öncelik verilse de en çok yanlış yapılan maddeler, yanlış oranı yıllara göre devam eden ve araştırmacı tarafından kavram yanlışlığı teşkil ettiği düşünülen maddeler ele alınmıştır. Saha çalışması öncesinde, araştırma konusu hakkında genel bilgiye sahip ve yapılan araştırmayı çeşitli boyutlarıyla incelemiş Program Geliştirme alanında uzman olan akademisyen görüşü alınmış ve sorular planlanmıştır. İki TIMSS maddesi baz alınarak düzenlenen form iki öğretmene uygulanmış ve bazı soruların ayrıntılandırılması, kavram yanlışları hakkında bilgilerin hatırlatılması gerektiği göz önüne alınarak görüşmeye hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan ilk formda hiçbir elemeye gitmeden tüm maddeler Ö1 ve Ö2 ile değerlendirilmiştir. Bu bağlamda ilk görüşme formu bütün maddeleri içerecek şekilde hazırlanmıştır (EK 3). Ö1

ve Ö2 ile görüşmeler neticesinde ilgili maddeler ve ortaya çıkabilecek kavram yanlışları bağlamında üniteler belirlenmiştir.

Görüşme Formu-2. Ö1 ve Ö2 ile görüşme sonrasında belirlenen madde ve üniteler bağlamında daha net görüş almak amacıyla her ünite bazında ayrı ayrı görüşme formları düzenlenmiştir (EK 4). Görüşme formu 1 ve Görüşme formu 2 soruları birbirine benzemekle birlikte bu formda öğretim programları ve ders kitaplarına ilişkin sorulara da yer verilmiştir. Görüşme formu 2 soruları için Program Geliştirme alanında uzman olan bir akademisyen ve bir öğretmenin görüşleri alınmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu olarak oluşturulan bu form katılımcıların uzmanlık alanları dikkate alınarak uygulanmıştır. Örneğin, Madde ve Isı ünitesine yönelik araştırma yapan Ö4 için, görüşme Madde ve Isı ünitesine göre düzenlenerek yapılmıştır. Ö7 ile sadece Kimya alanına yönelik görüşme yapılmıştır. Öğretmenin ilgi ve isteğine göre, öğretmen devam etmek isterse diğer üniteler hakkında da görüşme yapılmıştır. Görüşme sırasında öğretmenlerden gelen sorulara göre sorularda ayrıntılandırma, soru sıralamalarında değişiklik yapılması gibi dönütlere göre formlarda gerekli yerde değişikliğe gidilerek görüşmeler yeniden yapılmıştır. Bazı durumlarda fikir birliği oluşturması amacıyla katılımcılarla ilgili dokümanlar (öğretim programları, ders kitapları, ilgili alan yazını) paylaşılarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Kazanımların TIMSS Bağlamında Değerlendirilmesi

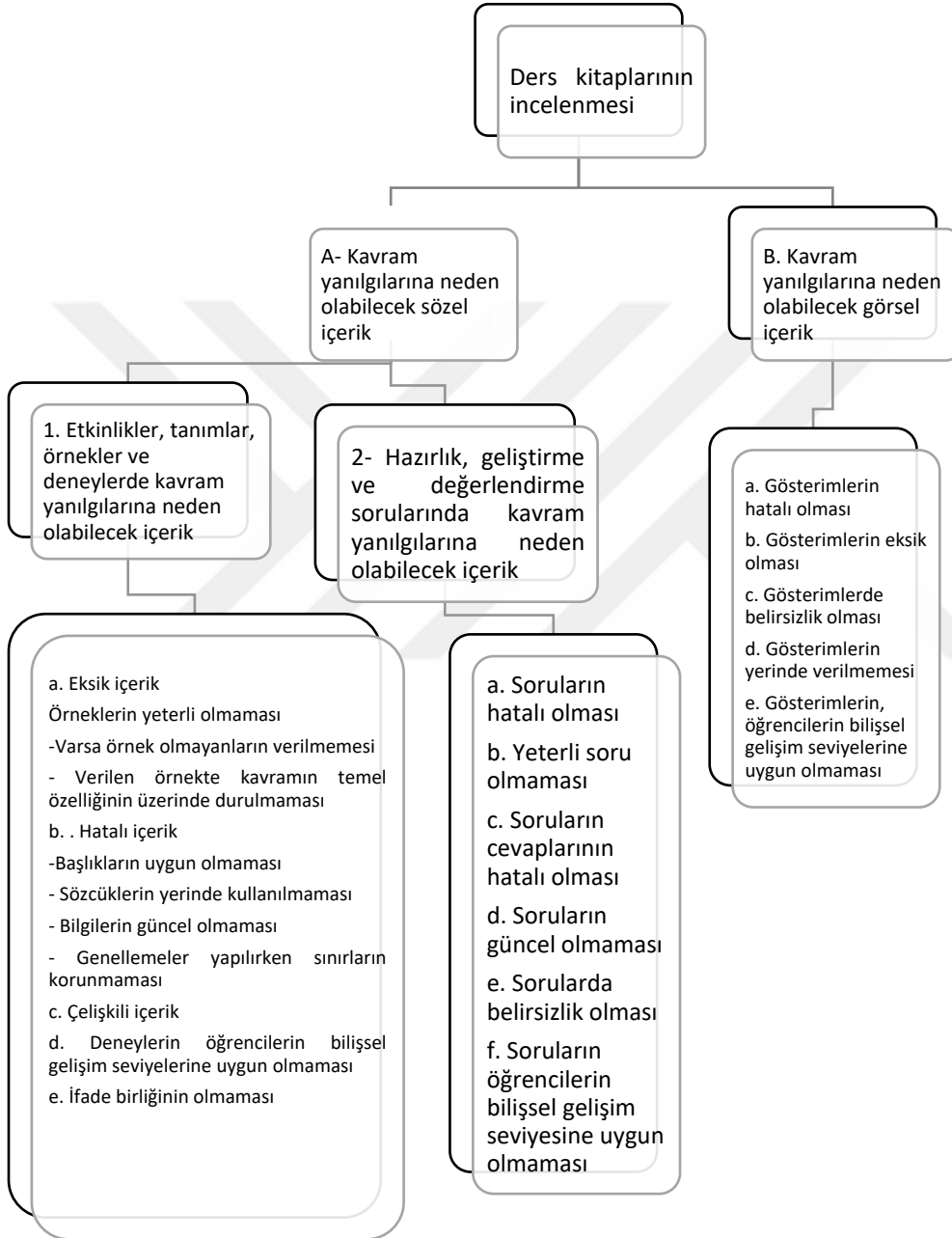
Belirlenen kavram yanlışlarının yer aldığı konulara ilişkin kazanımlar, TIMSS (2019) raporunda Bilme, Uygulama ve Akıl yürütme boyutları altında yer alan alt boyutlara göre değerlendirilmiştir (EK 5). İlgili bütün kazanımların listesi Ankara Üniversitesi Eğitim Programları ve Öğretimi Bilim Dalı'nda görev yapan dört öğretim elemanının görüşüne sunulmuş ve ortak görüş doğrultusunda kazanımların bilişsel boyutu belirlenmiştir.

Ders Kitabı İnceleme Ölçütler Takımı

Ders kitaplarının değerlendirilmesinde Kara ve Aktürkoğlu (2019) tarafından hazırlanan ölçütler takımı alınan izin doğrultusunda kullanılmıştır. Bu araştırmada

kullanılan ölçütler takımı uzman görüşüne sunulmuş ve yeterince kapsamlı bulunarak değiştirilmeden kullanılmıştır.

Araştırmanın veri kaynağı olan ders kitapları, kavram yanlışlarına neden olabilecek sözel ve görsel içerik olmak üzere iki ana başlık halinde incelenmiştir.



Şekil 11. Ders Kitaplarında Kavram Yanlışlarına Neden Olabilecek İçeriğe İlişkin Geliştirilen Ölçüt Takımı

Verilerin Toplanması

Bu araştırmanın verilerinin ilk bölümünü 2007’den 2019’a kadar ülkemizin katıldığı TIMSS sonuçları oluşturmaktadır. Bu anlamda IEA tarafından yayınlanan ve paylaşıma açık olan hazır veri setleri kullanılmıştır. 2007 ve 2011 yıllarına ait maddeler TIMSS tarafından doğrudan yayınlanırken 2015 ve 2019 yılında yer alan maddelerde kısıtlamaya gidilmiş ve kısıtlı sorulara erişim fırsatı izin dâhilinde alınmıştır. 2015 TIMSS sınırlandırılmış maddeler için 2019 Temmuz ayında izin formu gönderilmiş ve alınan dönütlere göre düzeltilerek 10 Ocak 2020 tarihinde gerekli incelemeler sonrasında maddeler e-posta yoluyla iletilmiştir.

2007 ve 2011 verilerine doğrudan ulaşıldığı için maddeler incelenmiş ve alan yazın taraması yapılmıştır. Üç döneme ait maddelerin incelenmesi amacıyla her bir maddenin TIMSS bağlamında bilişsel boyutu ve Fen Bilimleri öğretim programlarında hangi kazanıma karşılık geldiğine ilişkin veriler Excel tabloları halinde oluşturulmuştur. Maddelere ilişkin Excel tablolarının oluşturulması ile maddeler ilgili ünite ve konulara göre daha kolay gruplandırılmıştır. Aynı zamanda maddeler üzerinde araştırma yapılması ve maddenin hangi ünite ve kazanıma ait olduğunun araştırılması araştırmacının madde hakkında detaylı bilgiye sahip olmasını sağlamış ve bu süreç yaklaşık bir ay sürmüştür.

2007, 2011 ve 2015 maddeleri ilgili konu ve üniteler dahilinde gruplandırılmış ve yanlış yapıma oranı yüksek olan maddeler, TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak belirlenen maddeler ve bu maddelerin geçmiş yıllarda ilişkili olduğu diğer maddeler, araştırmacı tarafından kavram yanılgısı teşkil edebileceği düşünülen madde ve konular belirlenmiştir. 2015 TIMSS ilk defa yanıt anahtarında doğrudan kavram yanılgısı olan maddeleri araştırmacılara sunmuş ve bu süreçte Neidorf vd. (2020), raporunda fen bilimleri ve matematik alanında TIMSS maddelerinden yola çıkarak kavram yanılgısı çalışma proje örneğini yayınladı. Bu örnekte Kuvvet ve Hareket ünitesi “yerçekimi” kavramına yönelik ilgili maddeler üzerinden belirlediği kavram yanılgılarını ülkeler, yıllar ve cinsiyet faktörüne göre IDB Analyzer programı kullanarak değerlendirmiş ve araştırma için örnek teşkil olmuştur.

Belirlenen kavram yanılgıları hakkında derin bilgiye sahip olmak amacıyla ilgili maddelere yönelik öğretim programları ve ders kitaplarının incelenme süreci eş zamanlı olarak ilerlemiştir. Bununla birlikte süreçte yayınlanan 2019 TIMSS maddeleri için tekrar IEA ile iletişime geçilmiş ve izin süreci başlatılmıştır. 2019 TIMSS maddeleri e-posta yoluyla Şubat 2021’ de alınmıştır. İlk olarak 2007 ve 2011 maddelerinin incelenmesi ve

sırasıyla 2015 ve 2019 maddelerinin zamanla araştırmaya dahil edilmesi araştırma sürecini zorlaştırmış olmakla birlikte maddelerin sürekli kontrolünü gerektirmiş ve araştırmayı genişletmiş olması nedeniyle önemlidir.

Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer bilimleri alanlarında toplam üç yüz otuz beş madde incelenmiştir. Nihai sonuçta 2007-2019 yılları arasında incelenmesi planlanan bütün maddeler IEA' ya e-posta olarak yollanmış ve kullanım izni alındıktan sonra, IEA tarafından sonucunda araştırmada sadece beş maddenin yayınlanma izni alınmıştır.

Araştırmanın birinci amacı “2007-2019 yıllarında TIMSS sınavında Fen Bilimleri alanında kavram yanılgıları nelerdir?” sorusuna cevap verebilmek amacıyla maddelerin sonuç tabloları oluşturulmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Araştırmada ham veriler ilgili alanlara göre düzenlenerek yorum katmadan, verinin doğasına uygun şekilde aktarılmıştır.

TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak verilen maddeler ile diğer bütün maddeler değerlendirilmiştir. Araştırmada yanlış yapılan maddelerden yola çıkarak kavram yanılgılarını belirlemek amaçlanmış ve bu yanlışların altında yatan kavram yanılgılarını belirlemek için,

- Uluslararası ortalama puanın altında olan maddeler,
- Yanlış oranı doğru oranından yüksek maddeler,
- Yanlış oranı yıllara göre değişmeyen veya artış gösteren maddeler,
- Araştırmacı tarafından alan yazın dahilinde belirgin kavram yanılgısı teşkil ettiği

düşünülen maddeler araştırmaya alınarak bu maddeler ilgili ünite başlıkları altında toplanmıştır.

Görüşme formu-1, Ö1 ve Ö2 öğretmenlerine uygulanmış ve araştırmaya alınacak madde ve konular belirlenmiştir. Ö1 ve Ö2 ile görüşme toplam sekiz saat sürmüştür. Belirlenen kavram yanılgılarının netleştirilmesi ve yeterli veri toplanması amacıyla öğretmen görüşmelerine Görüşme Form-2 uygulanarak devam edilmiştir. Ö3 Fen Bilimleri alanında detaylı kavram yanılgıları çalışmış olması nedeniyle Ö1 ve Ö2 görüşme sonuçlarını tekrar değerlendirmiş ve sonuçlarda hemfikir olmuştur. Bu anlamda Ö3 ile de bütün madde ve konular değerlendirilmiştir. Ö4 madde ve ısı ünitesinde kavram yanılgıları çalışmış olup ilk görüşme Madde ve Isı ünitesine yönelik düzenlenmiştir. Öğretmenin ilgisi ve isteği olduğu için diğer alanlarda değerlendirilmiştir. Ö5 ve Ö6 Biyoloji alanında kavram yanılgıları çalışmış olması nedeniyle ilk olarak ilgili alana yönelik görüşmeler düzenlenmiş ve Ö5 ile diğer alanlara ilişkin de görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler toplamda 8+24 saat sürmüş ve yaklaşık altı ayda tamamlanmıştır.

Fizik alanında Işık ve Ses; Kimya alanında Maddenin yapısı konusunda atomun yapısı; Biyoloji alanında Canlılarda üreme, büyüme ve Gelişme, Ekosistemler- İnsan ve Çevre, Canlıların Sınıflandırılması konusu; Yer Bilimleri alanında Dünyamızı Koruyalım, Güneş sistemi- Evren ve Dünya üniteleri yeterli madde ve bu maddeler ile belirgin kavram yanlışlarını açıklamada yetersiz olduğu için araştırmadan çıkarılmasına karar verilmiştir. Kavram yanlışlığı teşkil ettiği düşünülen, gerekli literatür taraması yapıldıktan sonra hem çoktan seçmeli hem de kısa cevaplı, verilen cevabın nedenini sorgulayan ve TIMSS tarafından verilen ilgili yanıtın ayrı bir kodla değerlendirildiği maddelerin yer aldığı Fizik alanında Enerji Dönüşümleri ve İletimi ünitesinde “Madde ve Isı” konusu, Kimya alanında Kimyasal Değişimler ünitesinde “Kütlenin korunumu” ve “Kimyasal tepkimelerde enerji” konuları ile sadece çoktan seçmeli maddelerin yer aldığı ve araştırmacı tarafından kavram yanlışlığı teşkil ettiği düşünülen Fizik alanında “Elektrik” ve Biyoloji alanında “Canlıların Sınıflandırılması” konuları gerekli literatür araştırılması yapıp öğretim programları ve ders kitapları incelenerek ve öğretmen görüşü alındıktan sonra araştırmaya dahil edilmiştir.

Araştırmacı her görüşme sonrasında görüşmeleri değerlendirmiş ve aradan bir hafta geçtikten sonra tekrar değerlendirmiştir. Bu değerlendirmelerden tutarlı olanlar olduğu gibi bırakılmış tutarsız olanlar için yeni görüşmeler talep edilmiş ve konuya yönelik daha derin araştırmaya -alan yazın tarama, uzman görüşü alma, görüşme talep etme veya başka öğretmen görüşü alma- gidilmiştir. Bu doğrultuda öğretmen görüşmeleri sonucu araştırmadan çıkarılması planlanan “Canlıları Sınıflandırılma” konusu araştırmacı tarafından tekrar değerlendirilmiş ve değerlendirme sonucunda konu ile ilgili literatürde yeterli çalışmanın olmaması, öğretim programlarında ve ders kitaplarında karmaşanın hâkim olduğunu tespit etmesi sonucunda araştırmacı tekrar dahil etmiştir.

Fizik alanında, Kuvvet ve Hareket ünitesinde yer alan Yoğunluk kavramı ve Işık ve Ses ünitesi, Kimya alanında Maddelerin Sınıflandırılması ve Yer Bilimleri alanında Depremler konularında, belirlenen yanlışlar alan yazında kavram yanlışlığı olarak tespit edilmesine rağmen, TIMSS maddelerinin iki ya da üç aşamalı maddeler olmaması, doğrudan bilgiyi ölçmesi nedeniyle öğretmen görüşleri doğrultusunda kavram yanlışlığı boyutuyla araştırmaya alınmamıştır. Fakat bu konuyla ilgili maddelerin 2015 ve 2019 TIMSS sınavlarında sorulmuş olması ve yanlış oranının yıllara göre devam etmesi ve konunun birçok kavramla ilişkili olması ve değerli görülmesi nedeniyle araştırma bulgularında yer verilmiştir.

Araştırma sürecinde Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanlarında araştırmaya alınan üniteler Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6

Araştırmaya Alınan Üniteler

Fizik	Kimya	Biyoloji	Yer Bilimleri
Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi	Maddenin Bileşimi	Hücre ve Hücrenin görevleri	Dünya’nın Özellikleri-Yerkabuğu nelerden oluşuyor?
Enerji Dönüşümü ve İletimi	Kimyasal Değişimler	Canlıların Özellikleri ve Yaşam Döngüsü	
Elektirik ve Manyetizma			
Kuvvet ve Hareket			

Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanlarında araştırmaya alınan üniteler Tablo 6’ da görülmektedir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimini belirlemek amacıyla IDB Analyzer programı kullanılmıştır. IEA Home (2020) tarihinde yayınlanan “Student misconceptions and errors in physics and mathematics: Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced” raporunda sunulan maddelerin sonuçları incelenmiş ve kontrol sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından sonuçların teyit edilmiştir. İlk olarak <https://www.iea.nl/data-tools> adresinden IDB Analyzer programı indirilmiş ve analiz yapılabilmesi için 2007 ve 2019 yılları arasında bütün TIMSS sonuçlarına ilişkin dosyalar bilgisayar masaüstüne yüklenmiştir.

Belirlenen kavram yanlışlarının öğretim programlarında nasıl ele alındığını belirlemek amacıyla, 2000-2018 yılları arasında değişen öğretim programlarına ulaşılmıştır. 2000, 2005 ve 2013 yıllarında değişen öğretim programları MEB Talim ve Terbiye Başkanlığından alınmış, 2018 yılına ait Fen Bilimleri Öğretim programları <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> adresinden indirilmiştir.

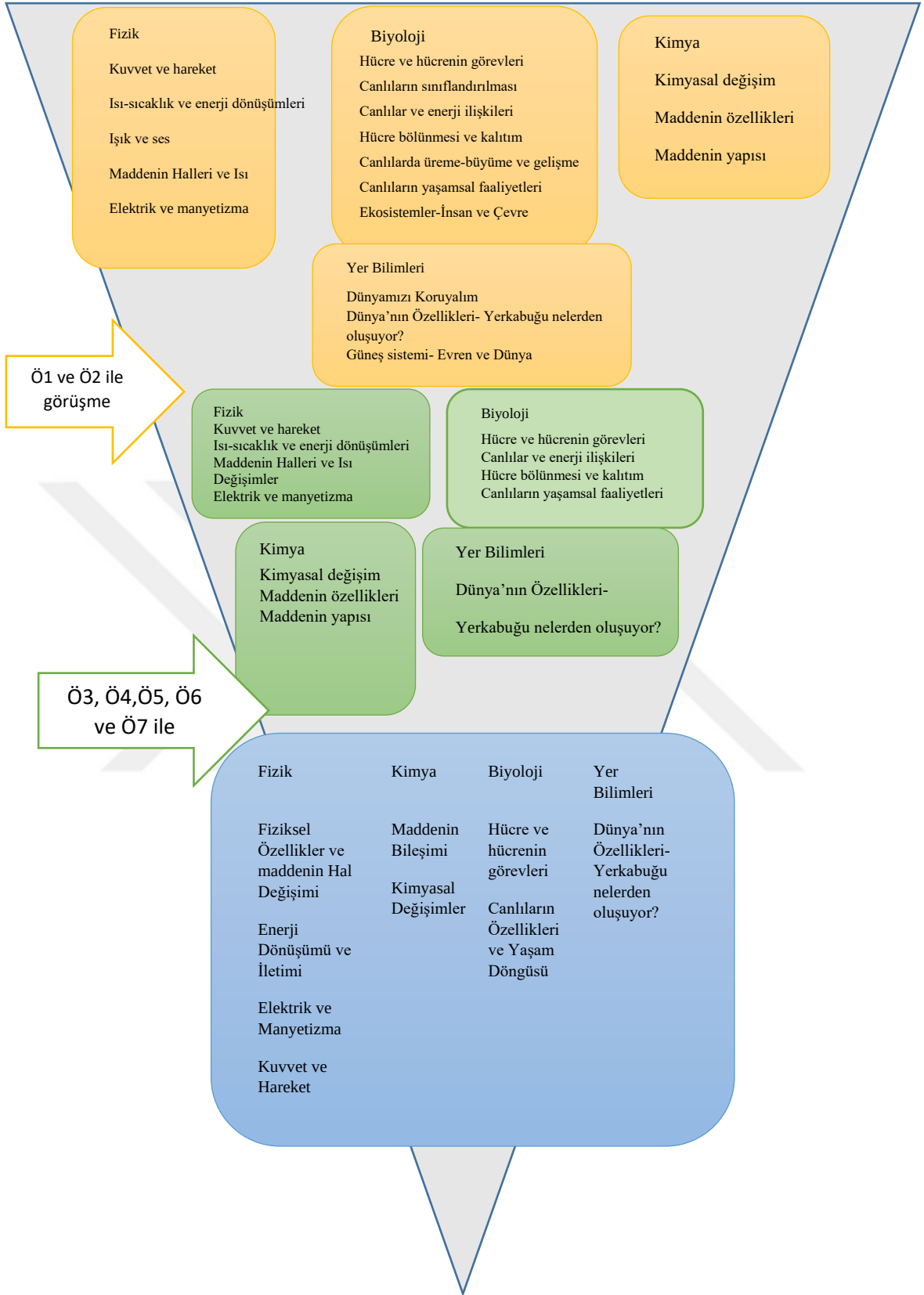
Belirlenen kavram yanlışlarının ders kitaplarında nasıl ele alındığını incelemek amacıyla 2000 yılından günümüze kadar programlar dahilinde değişen 2000-2013 yıllarına ait ders kitapları MEB Talim ve Terbiye Kurulu Ders Kitapları arşivinden araştırmacı tarafından arşiv bölgesinde taratılarak alınmış, 2018 yılından sonra hazırlanan ders kitapları <http://meslek.eba.gov.tr/?p=Ders-Kitabi> adresinden indirilmiştir. Ders kitaplarının kavram yanlışları boyutuyla incelenmesi için ders kitapları inceleme ölçütler takımı kullanılmıştır. Ders kitapları ölçütler takımı doğrultusunda araştırmacı, Fen

Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'ndan bir akademisyen ve bir katılımcı tarafından değerlendirilmiştir.

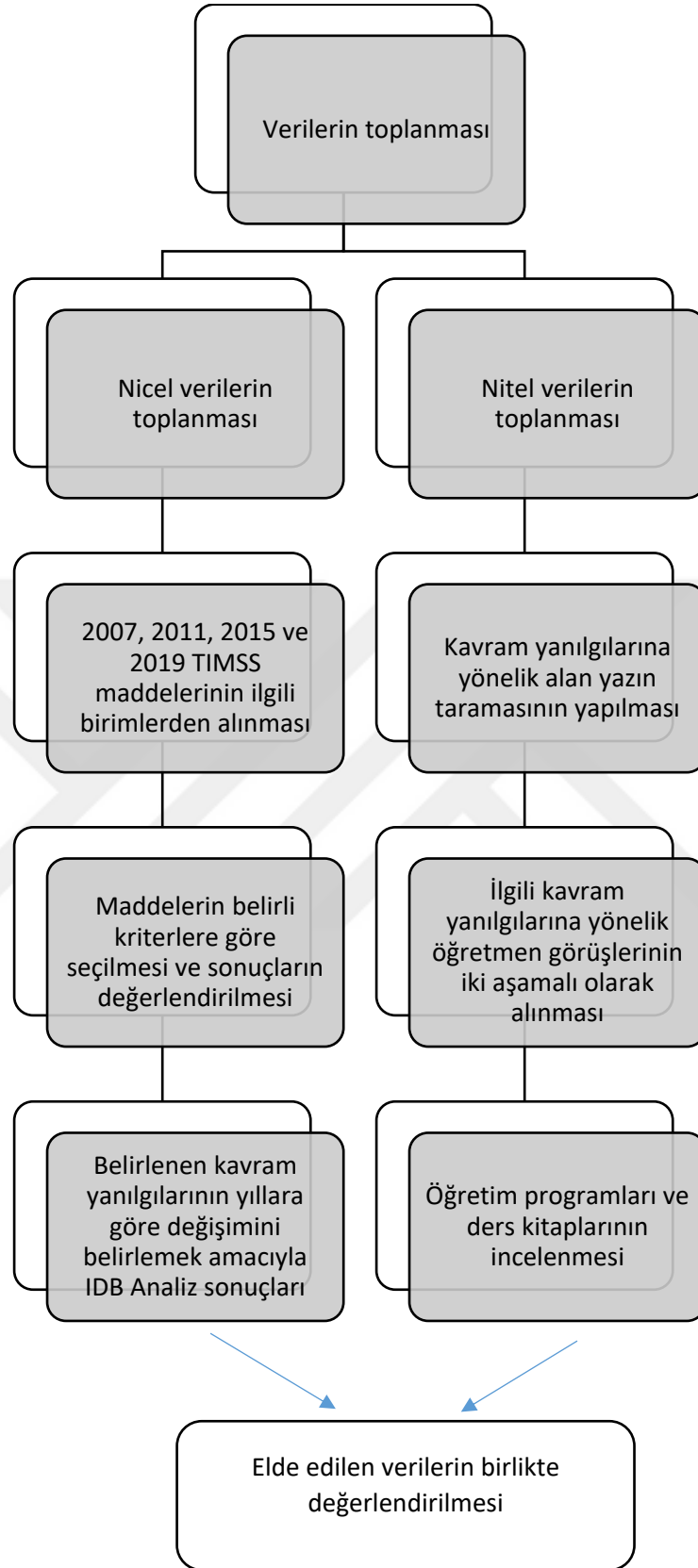
Belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin öğretim programları kazanım ve ders kitapları ilgili kazanıma göre hazırlanan içerik boyutuyla ele alınmış olup doküman incelemesi yapılmıştır. Belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin öğretim programlarında yer alan kazanımların TIMSS bağlamında bilişsel boyutunu belirlemek amacıyla dört uzman görüşü alınmıştır.

Araştırma sürecinde öğretmen görüşlerine göre konu kapsamının daraltılmasının daha anlaşılır olması için Şekil 12 verilmiştir.





Şekil 12. Öğretmen Görüşlerine Göre Konuların Değerlendirilme Süreci



Şekil 13. Araştırma Sürecinde Verilerin Toplanması

Verilerin Analizi

Araştırmanın birinci alt problemine ait veriler TIMSS IEA sayfasından doğrudan Almanac bölümünden alınmıştır. Her bir maddenin Türkiye ve uluslararası başarı puanlarının tabloları oluşturulmuştur. Belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimlerini, program ve içerik boyutunu daha iyi belirlemek amacıyla IDB Analyzer programı kullanılmıştır. Özellikle birden fazla maddede ortak olarak belirlenen kavram yanlışları olan maddeler üzerinde IDB Analyzer programı kullanılmıştır. Araştırmada maddeyi cevaplayan öğrencilerin bilme, uygulama, akıl yürütme puanlarına ilişkin hesaplamalara da yer verilmiştir.

IDB Analyzer programı farklı bir Bilişsel Tanı Modeli yaklaşımı ile öğrencilerin yanlışlarının niteliğini ve kapsamını belirlemek amacıyla madde düzeyinde performans verilerine dayalı farklı bir teşhis yaklaşımı kullanmıştır. TIMSS'e katılan diğer ülkeler tarafından yapılan çalışmalar incelendiğinde her bireyin maddelere verdikleri yanıtlardan yola çıkarak öğrencilerin yanlışları ve yanlışlara ilişkin kavram yanlışları belirlenmiştir (Angell, 2004). Tüm bu değerlendirmelerde büyük miktarda verilen yanlış yanıtların temelinde yatan kavram yanlışlarının nedeni bağlam odaklı olmuştur ve geniş çaplı analizlerde gözden kaçmaktadır. TIMSS'in değerlendirme tasarımı göz önüne alınarak (her maddenin farklı öğrenciler tarafından cevaplanması, bütün öğrencilere aynı maddelerin sorulmaması) bu yaklaşımda madde düzeyinde verilere odaklanarak ülke çapında değerlendirme yapmanın benzersiz bir değeri vardır (Neidorf vd. 2020).

IDB Analyzer programı geniş ölçekli test verilerinde örneklem ağırlıklarını ve olası değerleri dikkate alarak t-testi yapabilen bir programdır (IEA, 2019). IDB Analyzer programı SPSS dosyasını okuyabilen bir ara programdır. IDB Analyzer kullanılırken analizde kullanılan değişkenler, olası değerler dahil, ilk aşamada seçilir. Ardından kullanılan veri setine uygun örneklem ağırlıklarının seçilmesi gerekmektedir. Program, (4.0) Bilişsel Tanı Modeli yaklaşımı ile öğrencilerin yanlışlarının niteliğini ve kapsamını belirlemek amacıyla madde düzeyinde performans verilerine dayalı farklı bir teşhis yaklaşımı ile IEA tarafından geliştirilmiştir. IDB Analyzer programı genel olarak bilinen ve kullanılan SPSS ve SAS analiz yazılımı için bir ara yüzdür. İstatistiksel hesaplamalarda örneklemin özelliklerini ve standart hataları hesaba katarak syntax dosyası oluşturur. Oluşturulan syntax dosyası hem örneklem varyansını hem de kesim (bölünen dosya) varyansını birleştirerek başarı puanlarının tahminlerini ve standart hatalarını hesaplamak için en uygun değerlerden yararlanır.

IDB Analyzer programı, ortalama puanlar ve seçeneklerin yüzdesi ve standart hataları hesaplamak için Jackknife tekrarlanan işlemler (JRR) istatistik parametrelerini kullanır. IEA (2020) Item-level statistic için dört tür analiz kullanmaktadır. Bunlar doğru yüzde oranları ve yanlış yüzde oranları için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

1. Doğru yüzde oranı

Bu oran çoktan seçmeli ve kısa cevaplı maddelere (her biri için bir puan) doğru yanıt veren öğrencilerin oranını göstermektedir. Kısa cevaplı sorular için tam doğru yanıt veren öğrencilerin (iki puan) veya kısmi yanıt veren öğrencilerin (bir puan) ortalama puanları için ağırlıklandırılmış öğrenci yüzdesi kullanılır. (Örneğin öğrencilerin % 10'u tam puan, % 10' u kısmi puan aldığı bir maddede doğru ağırlık yüzdesi % 15 'tir. Yani tam puan alan öğrencilerin tamamı, kısmi puan alan öğrencilerin yarısı ağırlıklandırılır).

2. Kavram yanlışlığı, yanlış anlama ve hataların belirlenmesi için iki farklı tür analiz kullanılır

2.1. Çoktan seçmeli sorular ve kısmi yanıt seçenekleri olan soruların yanlış seçenekleri hakkında rapor vermek için kullanılır. Belirgin kavram yanlışlığı ya da matematik dersindeki hataların yüzdesi, ilgili seçeneklerin her birindeki yüzdelerin toplamı olarak hesaplanır. Her seçeneğin bir kavram yanlışlığı ölçtüğü dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde eğer bir soruda birden fazla kavram yanlışlığına denk gelecek seçenek varsa her iki kavram yanlışlığı için iki ayrı test yapılır.

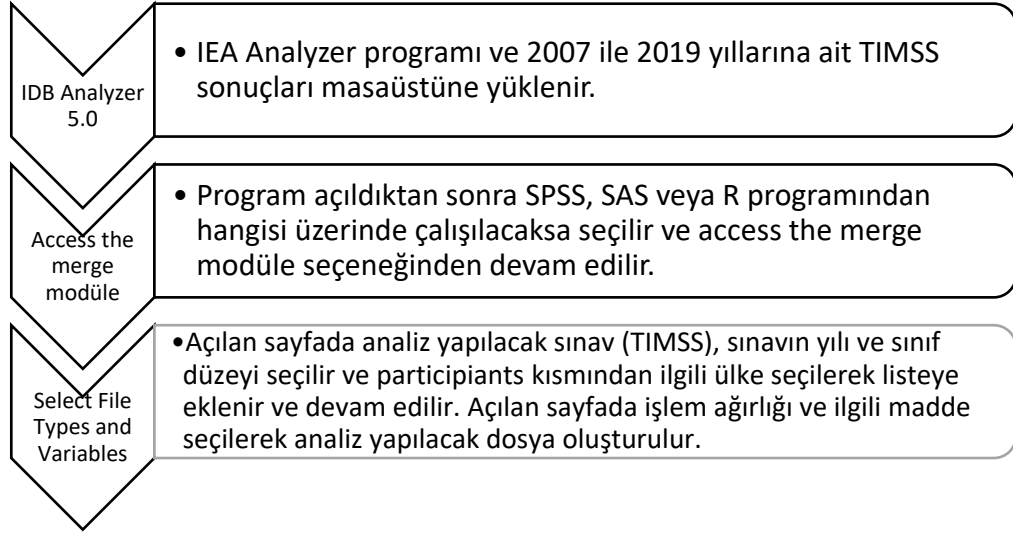
2.2. Genel yanlış anlamaları yansıtan seçenekler belirli kavram yanlışlıkların, yanlış anlamaların olmadığı seçeneklerdir. Belirlenebilecek tek durum öğrencinin madde tarafından ölçülen yeteneği gösterip göstermediğidir. Bu maddeler için daha genel bir yanlış anlamaya sahip öğrencilerin yüzdesi, maddeye doğru cevap vermeyen tüm öğrencileri yansıtmıştır. Bu durum maddeyi cevaplamayı deneyen fakat yanlış cevaplayan (geçersiz yanıt veya ilgisiz yanıt) öğrencileri ve maddeyi boş bırakan öğrencileri içerir. Puanlama kılavuzunda detaylı olarak gösterilir. TIMSS puanlama kılavuzunda 79 numaralı kod “çarpı işareti, silinmiş, okunaksız ve alakasız” yanıtları içeren yanlış yanıt kodudur. Boş bırakılan madde için hesaplama yapılırken öğrencinin maddeye ulaştığı fakat yanıt vermediği için öğrencinin gerekli yeteneğe sahip olmadığı varsayılmıştır (analizlerde kod ağırlıkları buna göre oluşturulmuştur). Alternatif olarak hiç cevap vermeyen öğrencilerin yüzdesini olduğundan az gösterecek şekilde örnekleme dâhil eder. Aynı zamanda her maddeyi az sayıda öğrencinin cevapladığı TIMSS tasarımında madde düzeyinde istatistikler için kullanılan yüzdelik dilimlerde farklılık göstermektedir.

TIMSS gibi uluslararası uygulamalara yönelik veriler, açık erişimde olduğundan birçok araştırmacı verilere kolaylıkla ulaşabilmektedir. Bu da verileri araştırmacılar için cazip hâle getirmektedir. Ancak veri kullanımında dikkat edilecek önemli hususlar bulunmaktadır. Her şeyden önce TIMSS uygulamaları içinde çok farklı değişkenler bulunsa da bu verilerin ikincil veriler olduğu, ele alınan değişkenlerle sınırlı olduğu, uygulamalarda eksik test deseni kullanıldığı bilinmelidir. Bu doğrultuda TIMSS'in veri yapısına uygun analizlerin yapılması gerektiği unutulmamalıdır çünkü aksi durumda elde edilen sonuçlar yanıltıcı olacaktır. TIMSS verisini kullanırken dikkat edilecek önemli hususlar da örneklem ağırlıkları ve olası değerlerdir. TIMSS'in vurgusu öğretim programları olduğu için belirlenen okullar içinde tesadüfi olarak şubeler belirlenerek bir şubedeki tüm öğrenciler uygulamaya katılmaktadır. Bu noktada öğrencilerin örneklem seçilme olasılıklarının eşit olmadığı görülmektedir. Örneklem ağırlığı, bir öğrenci için seçilme olasılığının çarpıma göre tersidir. Örneklem ağırlığını daha net anlatmak gerekirse 60 kişilik bir okulda 20 kız, 40 erkek olduğunu varsayalım. Buradan seçilen 4 kız ve 4 erkek öğrenci için, bir kızın örneklem ağırlığı 5 iken, bir erkeğin örneklem ağırlığı 10' dur. Bu nedenle TIMSS verilerine dayalı olarak gruplar karşılaştırmak istendiğinde ağırlıklı örneklem ortalamaları baz alınarak karşılaştırmaların yapılması gerekir. Bu işlem yapıldığında elde edilen sonuçlar o grup-ülke için genellenebilir olmaktadır. TIMSS veri setinde örneklem ağırlığı TOTWGT (Total student weight) olarak belirtilen değişkendir. TIMSS sınavında bir diğer durum da tüm öğrencilerin aynı sorulara cevap vermemesidir. Bu durum verilerin kullanımında iki önemli hususu ön plana çıkarmaktadır. Bunlardan birincisi veri setinde kayıp verilerin görülmesidir. Örneğin bir öğrenci 175 soru içerisinden sadece 15-20 soruyu cevaplandığından veri setinde eksik veriler görülmektedir ancak aslında bu maddelerden büyük bir kısmının öğrencilerin kitapçıklarında yer almadığı bilinmektedir. Bahsedilen bu durum neticesinde ikinci olarak TIMSS verilerinin kullanımında bireysel değerlendirmelerden ve karşılaştırmalardan kaçınılması gerektiği görülmektedir. Bu nedenle uluslararası uygulamalardan elde edilen verilerle ulusal verilerin karşılaştırılması uygun görülmediği gibi bireysel bazda puan incelemesi de doğru bir yaklaşım değildir çünkü TIMSS gibi uygulamalarda bireysel puanlar bir anlam ifade etmemektedir. TIMSS'in amacı, ülkelerin ve belirlenebilecek alt grupların puanlarını en az hata ile kestirmektir ve öğrencilerin üzerindeki yükü en aza indirmektir. Bu nedenle de TIMSS uygulamasında eksik test deseni (tüm öğrencilerin tüm soruları cevaplandırmadığı) kullanılmaktadır. TIMSS 2019 uygulamasında bir öğrenci soru bankasının yaklaşık 1/7'sini cevaplandırmaktadır. Ülke

bazında uygulamaya katılan tüm öğrenciler bu şekilde soru bankasındaki tüm soruları yanıtlamış olmaktadır. Olası değerler de öğrenci başarısını kayıp değer olarak atayan bir hesaplama yöntemidir. Öğrenci başarı dağılımları, çoklu atama yöntemiyle kestirilerek bu kestirimlerin içerisinde rastgele seçimler yapılmakta ve her öğrenci için bir puan dağılımı ortaya konulmaktadır. TIMSS’te her öğrenci için beş olası değer tanımlanmaktadır ve bunlar da bahsedildiği gibi gerçek öğrenci puanları değildir.

TIMSS verileri analiz edilirken genellikle ilk olası değer ele alınarak yapılan çalışmalar, beş olası değer ortalaması alınarak yapılan çalışmalar ya da beş olası değeri yapısal eşitlik modellemesinde kullanarak analize dâhil eden araştırmalar bulunmaktadır. Bahsedilen bu uygulamalar, veri setinin yapısına uygun değildir. Veri setinin yapısına uygun olarak IDB Analyzer programı, Mplus, Hlm, R RALSA programları kullanılarak örneklem ağırlıklandırmaları yapılarak ve olası puanlar kullanılarak veriler, analizlere dâhil edilmelidir. Bu araştırmada kavram yanlışları tespit edilen maddeler IDB Analiz programı kullanılarak veri setinin yapısına uygun olarak tekrar analiz edilmiştir.

IEA (2020) tarafından geliştirilen IDB Analiz programı ile araştırmacı TIMSS sorularının doğru ve yanlış seçeneklerine ilişkin detaylı araştırma yapabilir, kavram yanlışlarını tespit edebilir. IEA (2020) “Student Misconceptions and Errors in Physics and Mathematics” raporunda kavram yanlışlığı ve yanlış seçenek olarak iki kavramı temele almıştır. Buna göre her yanlış seçenek kavram yanlışlığını göstermez. Belirgin, günlük hayatta ve literatürde karşılaşılan, yıllar içinde tekrarlanan- yüksek oranda- ve araştırmacı tarafından öne sürülen yanlışlar kavram yanlışları olarak açıklanabilirken (maddeler açıklanırken tanımlanmıştır), herhangi bir prosedürel hata içermeyen, belirli bir anlayış eksikliği göstermeyen tepkiler yanlış olarak ifade edilmiştir (boş, ilgisiz seçenekler dahil). Boş bırakılan yanıtlar da TIMSS veri tabanı dahilinde yanlış seçenekler arasında analiz edilmiştir. Bu analize ilişkin örnek şu şekilde sunulmuştur:



Şekil 14. IDB Analyzer Programının Kullanım Aşamaları

Analiz dosyaları oluşturulduktan sonra masaüstünde Syntax dosyaları açılır ve bu dosyalar kullanılarak veriler yeniden kodlanır. Eksik veriler için yeni söz dizimleri oluşturulur, daha sonra seçeneklerin özelliklerine göre seçenekler yeniden kodlanır. İlk olarak seçenekler tanımlanır. Her bir seçeneğin öğrenci ağırlıklı yüzdeleri tekrardan IDB Analyzer programı kullanılarak değerlendirilir.

- 1 'A'
- 2 'B'
- 3 'C'
- 4 'D*' (Doğru seçenek)
- 6 'Ulaşılamayan'
- 9 'Yanıtlanmayan, Boş' olarak kodlanır.

Daha sonra SPSS Syntax dosyası üzerinden yeniden kodlama yapılır. Recode işleminde (1=0) (2=0) (3=0) (4=1) (9=0) (6=6) Bu kodlama ile her sorunun her bir seçeneğinin öğrenci ağırlıklı yüzdeleri yeniden hesaplanır.

Doğru ve yanlış seçeneklerin yüzdelerini hesaplamak için Syntax dosyası üzerinde yeniden kodlama yapılır. Bu işlem için doğru seçeneğin D olduğu bir maddede:

- 1 'D*' 0 '0' 6 'Not reached'

Verilerin kod dönüştürme işleminden sonra IDB Analyzer programı ile doğru seçenek yüzdesi ve toplam yanlış seçenek yüzdeleri hesaplanır.

SPSS syntax dosyası üzerinde kavram yanılgıları ve yanlış anlamalar için yeniden kodlama üretilir.

Bunun için öncelikle hangi kod veya seçeneklerin kavram yanılgısı/ yanlış anlamaya ilişkin olduğu belirtilir. Örneğin B ve C seçenekleri belirgin bir kavram yanılgısına götürmektedir. Bunun için kodlamada =0 yazılanlar kavram yanılgıları/yanlış anlamalara ilişkin seçeneklerdir.

(1=2) (2=0) (3=0) (4=1) (9=0) (6=6)

Çalışılan her madde, dosya vs SPSS ve Excel dosyası masaüstünde Syntax dosyası olarak oluşturulur ve IEA Analiz mod kullanılarak sonuçlar elde edilir.

TIMSS, çoktan seçmeli maddeler 0 veya 1 puan alırken yapılandırılmış açık uçlu maddeler ya 0 veya 1, ya da 0, 1 veya 2 puanlarını almaktadır (Hastedt ve Sibberns, 2005). Açık uçlu maddelere (hem kısa cevaplı hem de genişletilmiş cevaplandırılan maddeler) öğrenciler yanıtlarını yazmakta, bunlar TIMSS tarafından geliştirilen iki basamaklı kodlama sistemi kullanılarak kodlanmaktadır. İlk basamak cevabın doğruluk düzeyini belirlemekte, ikinci basamak kavram yanılgısı ve genel hata veya strateji ve yaklaşımın çeşidini belirleyen bir tanı kodunu ifade etmektedir. Kod yazıldıktan sonra IDB Analyzer tekrar kod üzerinden veri üretmektedir. İlgili kavram yanılgısına yönelik kodlamalar yeniden üretilir ve sonuçlar yorumlanır. Araştırmada ilgili maddelere yönelik kavram yanılgıları EK 2' de verilmiştir.

Nitel araştırma desenlerinin amacı olayı veya durumu araştırmacının değil katılımcıların gözüyle görmeye çalışmaktır (Merriam, 2015: 14). Öznellik, keşfedicilik, hipotez üretmeye odaklanmak, derinlemesine anlamak, zihinsel süreç ve davranışların bağlamsal ve durumsal olduğunu kabul etmek, sonuçları özelleştirilmiş olarak sunmak nitel araştırmaların belli başlı özelliklerini oluşturur (Christensen, Johnson ve Turner, 2015: 402). Nitel araştırmalar bireylerin konu ya da olayla ilgili anlamları nasıl inşa ettiğini ortaya çıkarmaya çalışır. Araştırmacı her insanın deneyimlerinin ve deneyimleriyle oluşturdukları anlamların farklı olabileceğini göz önünde bulundurur ve genelleştirme yapma amacıyla hareket etmez. (Merriam, 2015: 23). Bu süreçte veriler gözlem, görüşme kayıtları, çeşitli belgeler olabilir. Bu veriler özelden genele bir yolla analiz edilerek yorumlanır (Merriam, 2015: 15). Nicel desenlerden farklı olarak nitel veri analizinde sayısallaştırma ve istatistik çok az kullanılır ya da hiç kullanılmaz. Veri analizinde nicel yöntemler gibi standartlaşmış ve kalıp teknikler bulunmaz. Araştırmacının öznel duruşu, veri analizini doğrudan etkiler. Ayrıca nitel veri analizi araştırmanın her safhasında yürütülen ve araştırmanın gidişatını etkileyen bir süreçtir (Neuman, 2007: 661). Bu çalışmanın nitel araştırma kısmında Temel Yorumlayıcı Desen kullanılmıştır. Bu desen sosyal bilimlerin tüm alanlarında sıkça kullanılmakta olup diğer

desenlerle benzer biçimde yazılı, sesli veya görsel verileri toplar. Verilerin araştırmaya kabul edilmesinde araştırmacının teorik çerçevesine bağlı kalınır (Merriam, 2015: 23).

Yapılan çalışmada yarı yapılandırılmış sorular hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış sorularla yapılan görüşmelerde araştırmacı, katılımcılara soracağı belli başlı soruları katılımcıya sorar. Ancak görüşme sırasında ek soruların sorulması veya var olan soruların detaylandırılması gerektiğinde bu durumu katılımcıya ileterek ek cevaplar isteyebilir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde sorular esnektir. Önceden belirlenmiş ifade ve soru ayrıntıları bulunmaz. Katılımcıdan spesifik veriler toplanır (Merriam, 2015: 87). Görüşmelerin süreleri 45 dakika ile 1 saat arasında değişmektedir. Görüşmeler belirli günlerde tekrarlanmış olup Ö1 ve Ö2 öğretmenlerle yapılan görüşme sayısı ve süreleri daha uzundur. Görüşme öncesinde katılımcılara ses kaydıyla görüşme yapılacağı bildirilmiş ve araştırma konusuyla ilgili kısaca bilgi verilmiştir. Görüşmeler yüz yüze ve çevrimiçi ortamlarda yapılmıştır. Ses kayıtları ile elde edilen sesli veriler bilgisayar ortamında deşifre edilerek yazılı dosya haline getirilmiş ve analize başlanmıştır. Bu çalışmada veriler toplanırken analiz süreci de başlatılmıştır. Elde edilen verilerin içeriğinin tekrar ederek doyuma ulaştığına karar verildiğinde görüşmeler sona erdirilmiş ve böylece yeterli sayıda katılım geçerliği sağlanmıştır. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme formlarına ait sonuçlar doğrudan sunulmuştur.

Öğretim programlarının ve ders kitaplarının incelenmesi doküman analizi yapılarak sunulmuştur. Doküman analizi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsamaktadır. Doküman analizi gözlem, görüşme gibi nitel veri toplama yöntemleriyle birlikte kullanıldığında veri çeşitlemesi sağlayarak araştırmacının geçerliliğine katkı sağlamaktadır. Öğretim programları, belirlenen kavram yanlışlarının ilgili olduğu ünite ve konularda kazanım, kazanım sayısı ve kazanımların kavram yanlışısını giderecek nitelikte olup olmadığı boyutuyla incelenmiştir. 2000 yılından 2018 yılına kadar değişen ve güncellenen öğretim programları esas alınarak hazırlanan ders kitapları belirlenen kavram yanlışlarının ilgili konu ve kazanımlarına göre her kavram yanlışısı için ayrı ayrı incelenmiştir.

Veri kaynağını bu şekilde belirlemek çalışmanın amacına bağlı olarak bilgi açısından zengin durumların seçilerek derinlemesine araştırma yapılmasına fırsat verir (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014, s.90). Bu şekilde “var olan kayıt ve belgeleri inceleyerek veri toplamaya belgesel tarama denir” (Karasar, 2013, s.183).

Araştırmanın veri kaynağı olan ders kitapları, aşağıda verilen iki ana başlık ve bu başlıklara ilişkin alt başlıklar şeklinde oluşturulan ölçütler takımına göre incelenmiştir:

Verilerin çözümlenebilmesi için içerik analizinden faydalanılmıştır. İçerik analizi, ‘bir mesajın belli özelliklerinin objektif ve sistematik bir şekilde tanımlanmasına yönelik bir tekniktir (Büyüköztürk vd., 2014). Veri kaynağında yer alan bilimsel kavramlarla ilgili tüm uyarılar bir mesaj olarak kabul edilmiş ve veri toplama aracındaki ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Veri kaynakları dikkatli bir şekilde incelenmiş, ölçütler çerçevesinde notlar alınmış ve araştırmacı tarafından yorumlanmıştır. Alınan tüm notlar ve yorumlar alt problemlere göre okuyucuya sunulmuştur. İlgili bölümler doğrudan bulgular ve yorumlar bölümünde somut olarak verilmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Bu araştırmada elde edilen verilerin inandırıcılığını sağlamak amacıyla araştırmacı, incelenen maddeler ve ilgili kavram yanlışları, öğretim programları ve ders kitapları ile uzun süreli etkileşim içinde olmuştur. İlgili maddeler ve dokümanlar tekrar tekrar incelenerek kavram yanlışları tespit edilmeye çalışılmıştır. Saha çalışmasına başlamadan önce toplanan veriler Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı’nda akademisyen olan uzman görüşüne sunulmuş ve ham verilere ilişkin kavram yanlışlarının nasıl tespit edilebileceğine ilişkin görüş alınmış ve görüşme formları hazırlanmıştır. Araştırmada inandırıcılığı sağlamak üzere başvuru yollarından diğeri katılımcı teyididir. Araştırmacı, dokümanlara yönelik uzun süreli araştırma sonrasında her bir madde ve bu maddeden ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarını belirlemiştir. Araştırma sonrasında ilk olarak iki katılımcının görüşü alınarak bu kavram yanlışları üzerinden gerekli düzenlemeler, elemeler yapılarak araştırmaya alınacak maddeler teyit edilmiştir. Bu aşamada görüşme öncesinde araştırmacı tarafından TIMSS maddeleri bağlamında belirlenen kavram yanlışları görüşme yapılan öğretmenlerle doğrudan paylaşılmamıştır. Böylece katılımcıların yönlendirilmesinden kaçınılmıştır. Araştırmacı ilk olarak katılımcıların görüşlerini almış, katılımcıdan gerekli dönüt alınmadığı durumda TIMSS bağlamında toplanılan veriler kullanılmıştır. Araştırmanın inandırıcılığını arttırmak amacıyla iki katılımcı (Ö1 ve Ö2)’nin görüşleri alındıktan sonra derinlik odaklı veri toplamaya gidilmiştir.

Araştırmada dış geçerliği; diğer bir deyişle aktarılabilirliği sağlamak üzere ayrıntılı betimleme ve amaçlı örnekleme yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıntılı betimleme araştırmada ulaşılan sonuçların dayandığı ham verilerin yorum katılmadan okuyucuya aktarılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu doğrultuda verilerden elde edilen her bir bulgu doğrudan alıntılarla birlikte sunulmuştur. Bunun yanında kavram yanlışlarına ilişkin nitelikli görüş almak amacıyla katılımcılar arasından en uygun olanlar amaçlı örnekleme yöntemleriyle seçilmiştir.

Araştırmada teyit edilebilirliği ve tutarlığı sağlamak amacıyla veri toplama sürecinde öğretim programlarında yer alan kazanımların TIMSS bağlamında bilişsel boyutu, dört uzmanın değerlendirilmesine sunulmuştur. Bununla birlikte tutarlığı sağlamak amacıyla ders kitapları araştırmacı, Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda akademisyen olan uzman ve görüşme yapılan gönüllü bir katılımcı öğretmen ile ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonrasında değerlendirmeler arasındaki uyum kontrol edilmiştir. Gerekli görülen yerlerde uzman ve katılımcı öğretmen ile ilgili bölüm tekrar değerlendirilerek ortak görüş sağlanmıştır.

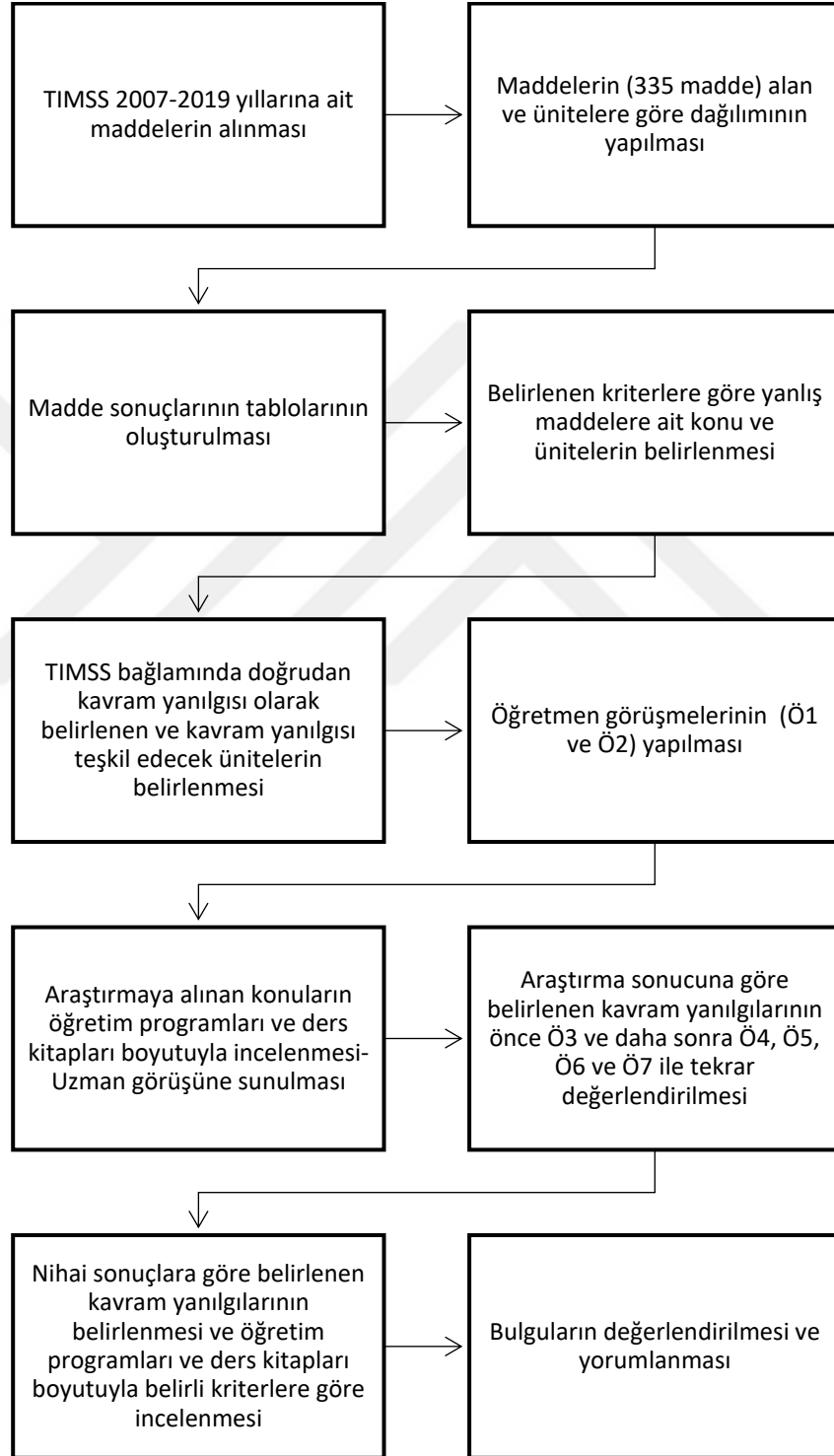
Araştırmada elde edilen verilerin ve bulguların güvenilirliğini sağlamak amacıyla analiz süreci, kavram yanlışlarının hangi madde ve seçenekten yola çıkılarak tespit edildiği ayrıntılı olarak raporlanmıştır. Görüşme sürecine ilişkin ses kayıtları ve çevrimiçi görüşmeler kayıt altına alınmış ve araştırmacı tarafından muhafaza edilmektedir.

Araştırmacının Rolü

Araştırmacının daha önce 2015 TIMSS okumalarına katılmış olması TIMSS maddelerini değerlendirmede kolaylık sağlamıştır. Ders kitaplarını incelemede ise MEB-TÜBİTAK bağlantısı aracılığıyla kitap yazım komisyonunda Fen Bilimleri ders kitapları yazımında bulunmuş olması ders kitaplarını incelemede bakış açısı kazandırmıştır. Ölçme değerlendirme biriminde bir süre görev almış olması, program geliştirme ve değerlendirme çalışmalarında bulunması ve Bilim ve Sanat Merkezi kurumunda çalışıyor olması nedeniyle akademik çalışma yapan öğretmenlere erişme imkânını kolaylaştırmıştır. Veri analizini daha iyi yürütmek için 20-22 Kasım 2020 tarihleri arasında IEA Home tarafından düzenlenen Madde Tepki Kuramı eğitim programına katılmıştır. Eğitim uzmanlarına araştırma hakkında bilgi verip analizin ön uygulamasını yapmış ve analizin uygun olduğunu doğrulamıştır. Öğretmenlik tecrübesinin olması ve

bazı bulgularını ders sürecinde teyit edebilmiş olması da yapılan çalışmanın önemini arttırarak araştırmacıyı heyecanlandırmıştır.

Araştırma Süreci



Şekil 15. Araştırma Sürecinin Aşamalı Olarak Gösterilmesi

BÖLÜM 4

BULGULAR VE YORUMLAR

2007, 2011, 2015 ve 2019 yıllarında TIMSS bağlamında elde edilen araştırma bulguları Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanları için araştırma soruları doğrultusunda ayrı ayrı verilmiştir. Bu bağlamda her bir alan için önce kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarının yer aldığı üniteler belirlenmiş, belirlenen kavram yanlışlarına yönelik öğretmen görüşleri sunulmuş, bu yanlışların yıllara göre değişimi incelenmiş ve 2000 yılından günümüze kadar fen bilimleri öğretim programları ve ders kitaplarındaki ilgili kavram yanlışlarının ele alınış biçimi sunulmuştur. Kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik öğretmen görüşleri de her bir ünite için ayrıca verilmiştir.

Araştırmanın Birinci Amacına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın birinci amacı “2007, 2011, 2015 ve 2019 yıllarında TIMSS sınavında Fen Bilimleri alanında belirlenen kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarına ilişkin öğretmen görüşleri nelerdir?” sorusuna ilişkin bulgular Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanında sırasıyla sunulmuştur.

Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanlışları

Araştırmanın birinci amacı doğrultusunda Fizik alanında incelenen maddeler sonucunda belirlenen kavram yanlışları ve ilgili üniteler Tablo 7’ de verilmiştir.

Tablo 7

Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları

	Tespit edilen kavram yanılgıları
1. Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi	- Bir madde (katı/sıvı/gaz) soğutulduğunda moleküllerin boyutu küçülür ve moleküllerin sayısı azalır. - Bir madde (katı/sıvı/gaz) ısıtılırsa tanecikler büyür /sayıları artar. - Bir madde ısıtıldığında kütlesi artar. - Su donarken kütle artar hacmi aynı kalır.
2. Enerji Dönüşümü ve İletimi	- Isı yerine soğuk aktarılır. - Gazeteye sarılı buz daha çabuk erir/gazete battaniye gibi sıcak tutar.
3. Elektrik ve Manyetizma	- Zayıflayan akım modeli/ Paylaşılan akım modeli/ Paralel devrelerdeki kavşak modeli - Elektromıknatis yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer.
4. Kuvvet ve Hareket	Yerçekimi sadece düşen nesnelere etki eder, ancak hareketsiz nesnelere (zeminde veya başka bir yüzeyde duran) veya yukarı doğru hareket eden nesnelere etki etmez.

Tablo 7’ de Fizik alanında dört ünite de belirlenen kavram yanılgılarının dağılımı verilmiştir. Maddenin Hal Değişimi ve Fiziksel Özellikleri, Kuvvet ve Hareket ünitelerine ait kavram yanılgıları TIMSS bağlamında doğrudan verilen maddelere ait kavram yanılgıları iken, Enerji Dönüşümü ve İletimi ve Elektrik ve Manyetizma konularına ilişkin kavram yanılgıları araştırma sonucu tespit edilmiştir.

Her bir ünite de belirlenen kavram yanılgılarına ait maddeler, öğretmen görüşleri, kavram yanılgılarının yıllara göre değişimi, öğretim programları ve ders kitaplarına yönelik inceleme ve değerlendirmeler sırasıyla sunulmuştur.

Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları. Fiziksel özellikler ve maddenin hal değişimi ünitesinde 2007-2019 yılları arasında on madde yer almaktadır. Bu maddeler arasında katı, sıvı ve gaz taneciklerinin hareketi” ve “Maddenin Hal değişimi” konularında 1, fiziksel değişimler konusunda 2 toplamda 3 madde TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak verilmiştir. Kavram yanılgısı olarak belirlenen bir maddenin sonucu (S052194) yeterli düzeyde açık olmadığı için araştırmaya alınmamış, diğer 2 madde ve bu maddeler ile ilgili olan toplamda 7 madde incelenmiştir. Araştırmada “Katı, sıvı ve gaz taneciklerinin hareketi” ve “Maddenin Hal değişimi” konularına ait maddeler birbirleriyle ilişkili olması nedeniyle “Maddenin Hal Değişimi” başlığı altında incelenirken, “Fiziksel değişim” konusuna ait maddeler ayrıca incelenmiştir. Maddenin Hal Değişimi konusunda toplam dört madde araştırmaya alınmıştır ve bu maddelerden SP7X maddesi doğrudan kavram

yanılıgısı olarak verilen maddedir. Bu madde ile ilgili diğler üç maddeye ilişkin bilgi verilmiştir.

Tablo 8

Maddenin Hal Değişimine Yönelik İncelenen Maddeler

Madde	Yıl/lar	Bilişsel Boyut	Öğrenme Alanı	Hedef Kazanım
M1 S042061	2007	Uyg.	Maddenin Hal Değişimi ve Fiziksel Özellikleri	Katı, sıvı ve gazların fiziksel özellikleri arasındaki farkı açıklamak için parçacıkları arasındaki uzaklığı ve parçacıkların hareketleri hakkında bilgiyi kullanır (Hacim, şekil, yoğunluk ve sıkıştırılabilirlik).
M2 S042272 M3 S032158	2007- 2011	Bilme	Enerji Dönüşümleri, Isı ve Sıcaklık (2)	(3) Taneciklerin hızındaki değişimi ve hacim/basınç değişimlerini sıcaklık değişimleri ile ilişkilendirir.
M4 SP7X	2019	Uyg.	Maddenin Hal Değişimi ve Fiziksel Özellikleri	(1B) Bir gazın hacim ve/veya basınç ve taneciklerinin ortalama hızının değişmesini sıcaklık değişimi ile ilişkilendirir; sıcaklığın değişimi ile katı ve sıvıların genleşmesini tanecikleri arasındaki ortalama boşluğun değişimi ile ilişkilendirir.

İncelenen dört madde bilme ve uygulama basamağı düzeyindedir. Maddelerin kazanımları sıcaklık değişimlerinin katı, sıvı ve gazların arasındaki uzaklık ve parçacıkların hareketi üzerine olan etkisi ile ilgilidir.

Maddenin Hal Değişimi Ünitesinde belirlenen kavram yanılıgıları şu şekildedir:

- Bir madde soğutulduğunda moleküllerin sayısı azalır.
- Bir madde soğutulduğunda moleküllerin boyutu küçülür
- Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür
- Bir madde ısıtılırsa tanecikler tanecik sayısı artar
- Bir madde ısıtıldığında tanecikleri küçülür.

İlgili üniteye ilişkin incelenen ve araştırmaya alınan maddeler Tablo 8’ de verilmiştir.

İncelenen Maddeler ve Madde Sonuçlarına Yönelik Belirlenen Kavram Yanılgıları

80

2007 ve 2019 yılları arasında incelenen dört maddeye göre tespit edilen kavram yanlışları, "Bir madde, ısıtıldığında ya da soğutulduğunda taneciklerinin sayısının ya da boyutunun değişeceği" yönündedir. Özellikle S032158 ve S042272 maddeleri kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak nitelikte hazırlanmış ve 2019 yılında sorulan S07X maddesi doğrudan kavram yanlışlığı olarak verilmiştir. SP07X maddesinde **"Bir gaz ısıtıldığında tanecik sayısı artar; bir gaz ısıtıldığında tanecikleri büyür"** kavram yanlışları tespit edilmiştir. S032158 de seçeneklerde **"Daha hızlı hareket eder"** yanıtının olması öğrencilerin bu seçeneği işaretlemesinde etkili olmuştur. Bu durumda öğrencilerde 2007 yılında tespit edilen kavram yanlışları 2019 da da aynı oranda tespit edilmiştir. Öğrenciler bir gaz ısıtıldığında tanecikleri daha hızlı hareket eder bilgisini doğrudan kullanabilirken bu seçeneğin olmadığı SP72x maddesinde yanlış yapma oranında artış olmuştur. Dolayısıyla bu kavram yanlışlığının tespitinde SP72x maddesi önemli bir yer tutmaktadır. TIMSS bağlamında dört maddenin sonucuna göre bir madde (katı, sıvı ve gaz) ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecik sayısı ve tanecik boyutunun nasıl değiştiğine ilişkin kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Öğretmenler ilgili maddelerin sonucuna göre maddelerin sıcaklık değişimlerinde tanecik faktörünün etkili olduğunu ve öğrencilerin konuyu iyi anlayamadıkları için kavram yanlışlarının ortaya çıktığını vurgulamıştır.

Tablo 10

Fiziksel Özellikler Konusuna Yönelik Öğretmen Görüşleri

Soru	Kategori	Örnek ifadeler
İncelenen maddeler ve literatür çerçevesinde tespit edilen kavram yanlışları var mıdır? Görüşleriniz nelerdir?	Kavram yanlışlığı vardır	... "İncelenen sorular sonucunda öğrencilerde belirgin bir kavram yanlışlığı olduğu açıktır. ... Bir maddenin hal değişiminde taneciklerin sayısının arttığı ya da azaldığı yönünde bu sorularla kavram yanlışlığını netleştirebiliriz.

Öğretmenler incelenen maddelerde kavram yanlışlığının varlığında ortak görüşe sahiptir. Özellikle maddenin hal değişimi sırasında tanecik sayısının değişimi incelenmesi gereken başlıklar arasındadır. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrudan sunulmuştur:

Ö1: Bu kavram yanlışlığını şu şekilde ifade edebilirim. Öğrenciler genelde madde ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecik sayılarının değişeceğini kabul etmektedir. Bu tanecik değişimi öğrenciye göre artar, azalır, büyür gibi değişkendir.

Özetle öğrencilerde bu sorulardan yola çıkarak belirlenen kavram yanlışlığı şu şekildedir:

Bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar/ tanecikleri büyür.

Bir madde ısıtıldığında tanecikleri küçülür/sayısı azalır şeklindedir.

Ö2: "...bir maddenin hal değişiminde taneciklerin sayısının arttığı ya da azaldığı yönünde bu sorularla kavram yanlışlığını netleştirebiliriz. Çünkü ders kitapları vs de katı, sıvı, gaz tanecikleri çizilirken dikkat edilmiyor. Öğrenci buradan yola çıkarak tanecik sayısının değişimini ilişkilendirmektedir. TIMSS bu konuda özellikle soru hazırlamıştır. Bu durumda öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlığı ilk altı madde için benzerdir, diyebiliriz. Bu kavram yanlışlığını şu şekilde ifade edebilirim:

Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür.

Bir madde soğutulduğunda moleküllerin boyutu küçülür ve moleküllerin sayısı azalır.

Madde hal değiştirdiğinde kütlesi değişir".

Ö3: Maddeler dâhilinde incelendiğinde öğrencilerde maddelerde fiziksel değişimlerde atomların da aynı şekilde değişeceği bilinmektedir. Model üzerinde verilen atomlarda madde ısıtıldığında atomlarını daha büyük göstermişler ya da daha küçük göstermişlerdir. Bu durumda öğrenciler metal ısıtıldığında atomların küçüleceğini ya da büyüyeceğini ifade etmektedir. Diğer maddeler ile bağlantı kurulduğunda sıvı soğutulduğunda ise sayısının azalacağı ve boyutunun küçüleceğini ifade etmişlerdir. Bu maddelerde seçenekler önemlidir, yani hangi seçeneklerle birlikte verildiği. Maddelerde hız ve tanecik sayısı, tanecik boyutu birlikte verildiğinde özellikle 2011 yılında öğrencilerin başarısının arttığı görülmüştür.

Öğretmenlerden alınan görüşlere göre ilgili maddelerde tespit edilen kavram yanlışlığı derslerde karşılaşılan bir durumdur. Fen Bilimlerinin en temel kavramlarından olan maddenin tanecikli yapısı diğer konulardaki kavramların anlaşılmasında temel teşkil eder. Alan yazın incelendiğinde maddenin tanecikli yapısı konusunda kavram yanlışlıklarına çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir (Altay ve Balım, 2021).

Özalp ve Kahveci (2011)' nin ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesinde kavram yanlışlıklarını belirlemek amacıyla yaptığı araştırma sonucuna göre buzdolabında bir süre bekletilen su donar ve buz haline gelir. Bu olay sırasında su moleküllerine ne olur? Sorusu iletilmiş ve öğrencilerin %25' i su moleküllerinin donup küçüleceği, %23,3'ü ise moleküllerin soğuyup, donup, küçüleceği şeklinde kavram

yanılıgısına sahip olduklarını belirlemiştir. Bunun nedeninin öğrencilerin “donma sırasında sıcaklık azaldığı için moleküllerin de sıcaklığı azalır, böylece moleküller donar ve hacimleri azalır” yorumunun olduğu söylenebilir.

Fen bilimleri öğretim programları tarandığında; öğrencilerin öğrenmekte sıkıntı yaşadığı ortak başlıklarla karşılaşılır. Bu başlıkların içeriği incelendiğinde; sıklıkla günlük hayatta gözlemine yapamadığımız soyut kavramların yer aldığı dikkatleri çekmektedir. Bu durumun yanında ortaokul seviyesinde öğrencilerin soyut düşünme becerilerinin henüz tam olarak gelişmemiş olması da öğrenmeyi güçleştirmektedir. Soyut olarak karşımıza çıkan konulardan biri de maddenin tanecikli yapısıdır. Maddenin tanecikli yapısı ünitesi incelendiğinde; günlük yaşamda karşılaşılabilecek olay ve kavramlardan çok soyut nitelikteki kavramlar barındırdığı söylenebilir (Balım ve Ormancı, 2012). Maddenin tanecikli yapısı konusu ve anahtar kavramları ile birçok araştırma gerçekleştirilmiş olsa da öğrencilerin halen alternatif kavramalara sahip oldukları tespit edilmiştir (Aydeniz ve Kotowski, 2012). K. Bilgin ve Yiğit (2017) araştırmasında altıncı sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusunda yaptığı araştırmada öğrencilerin bir madde ısıtıldıktan sonra tanecik sayısını arttıran, tanecik sayısını azaltan, tanecik büyüklüğünü azaltan, tanecik sayısını arttıran çizimlerin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Aynı şekilde hava sıcaklığı arttığında cıva taneciklerini daha büyük, hava sıcaklığı düştüğünde cıva taneciklerini daha küçük boyutta çizmiştir. Çavdar, Okumuş ve Doymuş (2013) fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarını belirlemek ve kavram yanılgılarının giderilmesinde deneylerin etkisine yönelik araştırmasında öğrenci çizimlerini kullanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre öğrenciler çizimlerinde katıdan, sıvı ve gaz faza geçtikçe tanecik sayısının azaldığını göstermişlerdir.

Çavdar vd (2013) bulgularına göre “madde ısı kaybettiğinde büzüleceğini ısı aldıkça genleşeceğini düşünmektedir, ayrıca katı tanecikleri düzenli bir şekilde çizmemiş, sıvı tanecikleri arasında olması gerekenden daha çok boşluk bırakmıştır “.

Bu araştırmada katı, sıvı ve gaz taneciklerinin sayılarının farklı gösterilmesi de önem teşkil etmektedir. Bu durumda öğrencide madde ısındıkça tanecik sayısı azalır kavram yanılgısı da ortaya çıkmaktadır. Fakat bu araştırmada ele alınmamıştır. Boz (2006) araştırmasında maddenin hal değiştirdikçe taneciklerinin büyüklüğünün de değişeceğini ortaya çıkarmıştır. Kirman Bilgin ve Yiğit (2017)’ in araştırmasına göre deney grubu öğrencilerinin tanecikler arası boşluğu gereğinden fazla arttırdığı ve

meydana gelen genleşme veya büzülme olaylarında tanecik sayısının değiştiğini düşündüklerini tespit etmiştir.

Kind (2004) bu konuyla ilgili çalışmaları topladığı kitabında benzer sonuçlara yer vermiştir. Bu çalışmada da öğrencilerin taneciklerin erime, donma, çözünme, genleşme, yanma, şekil değiştirme, patlama gibi olaylara kendilerinin katıldıkları düşüncelerine yer verilmiştir. Bazı öğrenciler madde erirken ya da donarken taneciklerinin eridiğini ya da taneciklerinin donduğunu düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise su moleküllerinin 10°C’ de daha soğuk olduğunu düşünmektedirler (Boz, 2006). Yine benzer olarak Lee ve ark. (1993) tarafından yapılan araştırmada 6. sınıf öğrencilerinin su buz halindeyken moleküllerin daha soğuk olduğunu ve buz katı olduğu için moleküllerinin de katı ve sert olduğunu düşündükleri görülmüştür. Aynı araştırmada öğrencilerin bir kısmı metal bir top ısıtılırsa moleküllerinin genleşeceğini bu nedenle topun daha büyük olacağını belirtirken bazı öğrencileri ise hava ısıtılırsa moleküllerinin de ısınacağını belirtmişlerdir. Öğrenciler -10°C’ de olan buz 0°C’ ye geldiğinde buz taneciklerinin eriyeceği şeklinde bir kavram yanılgısına da sahiptirler (Boz, 2006). Öğrencilerin buzdaki moleküllerin katı ve sert olduğunu düşüncelerine benzer olarak altın atomlarının da sert ve parlak olduklarını (Stepans, 2003) ve sülfür elementindeki atomların sülfürün fiziksel özelliklerini paylaştıklarını (Othman ve ark., 2007) düşündükleri görülmektedir.

Canpolat ve arkadaşlarının (2004) çalışmasında ise maddenin hal değişimi sırasında gerçekleşen olayların atomda da aynı şekilde ortaya çıkacağı yanılgısından bahsedilmiştir. Sarıkaya ve Ergün (2014) de hal değişiminde moleküllerin değişime uğrayacağı yanılgısını gözlemlemiştir. Gökulu (2013) çalışmasında “Hava ısıtılınca hava tanecikleri büyür.” Fikriyle karşılaşmıştır. Özgür ve Bostan (2007) ise “Maddenin ısıtılması sonucu içyapısı (atomları) değişir.” ve madde soğutulduğunda atomlarının hal değiştireceği yönünde kavram yanılgısına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tunç, Akçam ve Dökme (2011) çalışmalarında ısıtılan maddenin genleşmesi hakkında “Maddeyi oluşturan atom ya da moleküllerin hacmi artar” şeklinde yaygın bir kavram yanılgısını belirlemiştir. Aynı şekilde Kirman Bilgin ve Yiğit (2017) araştırmasında öğrencilerde maddenin değil, taneciklerinin genleştiğini veya büzüldüğü kavram yanılgısının hâkim olduğunu vurgulamışlardır. Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban (2004) tarafından gerçekleştirilen araştırmada da araştırma sonucunu destekleyen “*Madde ısıtıldığında, atomlar genleşir.*” kavram yanılgısını tespit etmiştir.

Fiziksel Değişimler Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları. Bu konu başlığında yer alan maddeler “Fiziksel değişim sırasında kütlenin sabit kaldığını açıklar” kazanımına aittir. SP6x ve S042x maddeleri doğrudan kavram yanılgısına yönelik olarak verilmiştir. S022x maddesi kısa cevaplı olması ve kavram yanılgısı teşkil etmesi nedeniyle araştırmaya alınmıştır.

İncelenen maddeler doğrultusunda tespit edilen kavram yanılgıları şu şekildedir:

- Bir madde ısıtıldığında kütlesi artar,
- Bir madde ısıtıldığında kütlesi azalır,
- Su donarken kütle artar, hacmi aynı kalır.
- Su donarken yoğunluk azaldığı için kütlesi azalır.

Su donarken yoğunluk artar, hacim artar ve bu yüzden kütlesi artar.

Tablo 11

Fiziksel Değişimler Konusuna İlişkin Madde Bilgisi ve Madde Sonuçlarının İncelenmesi

Madde Künyesi	Belirlenen kavram																														
Sonuç	yanılgısı																														
Madde Kazanımları: Fiziksel değişiklikler sırasında kütlenin sabit kaldığını açıklar (ör: hal değişimi, katıların çözünmesi, genleşme).																															
Madde 5: SP6x Akıl yürütme	Bir madde ısıtıldığında																														
Yayın izni olmayan madde	kütlesi artar,																														
Değ. Yıl/lar: 2015-2019																															
Açıklama: Isıtılan maddenin kütle değişimi	Bir madde ısıtıldığında																														
	kütlesi azalır.																														
<table><tr><td></td><td>DIFF</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>2015</td><td>29,3</td><td>26,2</td><td>23,7</td><td>29,3</td><td>20,5</td></tr><tr><td>IA</td><td>35,7</td><td>17,1</td><td>27,4</td><td>35,7</td><td>18,0</td></tr><tr><td>2019</td><td>34,3</td><td>23,0</td><td>21,6</td><td>34,3</td><td>20,3</td></tr><tr><td>IA</td><td>36,8</td><td>18,0</td><td>27,6</td><td>36,8</td><td>16,0</td></tr></table>			DIFF	A	B	C	D	2015	29,3	26,2	23,7	29,3	20,5	IA	35,7	17,1	27,4	35,7	18,0	2019	34,3	23,0	21,6	34,3	20,3	IA	36,8	18,0	27,6	36,8	16,0
	DIFF	A	B	C	D																										
2015	29,3	26,2	23,7	29,3	20,5																										
IA	35,7	17,1	27,4	35,7	18,0																										
2019	34,3	23,0	21,6	34,3	20,3																										
IA	36,8	18,0	27,6	36,8	16,0																										
SP6x																															
maddesinde																															
ısıtılan bir cismin kütlesinin nasıl değişeceği sorulmaktadır. TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak verilmiştir. Buna göre öğrencilerde ısıtılan bir maddenin taneciklerinin artacağı- azalacağı ya da tanecik boyutunun değişeceği yönünde belirlenen kavram yanılgıları kütle kavramında da kavram yanılgısı teşkil etmektedir.																															

(Devam ediyor)

Tablo 11 (Devam)

Fiziksel Değişimler Konusuna İlişkin Madde Bilgisi ve Madde Sonuçlarının İncelenmesi

Madde Künyesi Sonuç		Belirlenen kavram yanılgısı																																																	
Madde 6: S022x Bilme Değ. Yıl/lar: 2007 Açıklama: 300 gr suyun donduktan sonraki kütle değişimi 2007 TIMSS yayınlanan madde Soru 63 (Tabloya ilişkin sonuçlar açıklama kısmında verilmiştir.)	S022x de 300 gram su bulunan bir kap dondurulduğunda kütlesinin nasıl değişeceği sorulmuştur. Öğrencilerden beklenen yanıt 300 gram kutusunu işaretleyip açıklamalarında sadece hal değiştirir, kütle değişmeyen madde miktarıdır, tanecik sayısı değişmez, aynı ağırlıkta kalır, sadece hal değiştirir ve yoğunluğu değişir... şeklindedir. %29,2 tam doğru yanıt verilirken (kod 10), %13,3 300 gramdan daha az olur (kod 70) çünkü yoğunluğu azaldığı için kütlesi azalır, su donduğunda genişler ve kütlesi azalır, su donduğunda ağırlık kaybeder yanıtını vermiştir. % 35,2 (kod 71) 300 gramdan daha fazla olur kutucuğunu işaretleyip açıklamalarında buz genişler ve hacmi artar, yoğunluk arttığı için kütlesi artar gibi yanıtlar vermiştir. Bu maddede öğrenciler en çok 300 gramdan fazla olur yanıtını vermiştir. Her iki maddeye göre öğrenciler suyun donarken kütlesinin arttığını yüksek oranda işaretlemiştir. Kütle artışı yoğunluk, hacim ve genişlemeyle ilişkilendirilmiş ve fiziksel özelliklerin değişmesinin kütleyle değiştiği ifade edilmiştir.	Su donarken yoğunluğu azaldığı için kütlesi de azalır. Su donarken hacmi genişler, yoğunluğu artar ve kütlesi de artar.																																																	
Madde 7: S042x Bilme Yayın izni olmayan madde Açıklama: Su donarken kütle ve hacim değişimi Değ. Yıl/lar: 2001-2011-2015	<table><tr><th></th><th>N</th><th>Diff</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr><tr><td>2007</td><td>642</td><td>32,7</td><td>9,1</td><td>35,9</td><td>32,7</td><td>21,3</td></tr><tr><td>IA</td><td>642</td><td>38,7</td><td>12,1</td><td>29,7</td><td>38,7</td><td>17,2</td></tr><tr><td>2011</td><td>996</td><td>34,7</td><td>7,4</td><td>33,8</td><td>34,7</td><td>21,4</td></tr><tr><td>IA</td><td>342662</td><td>38,0</td><td>10,7</td><td>30,7</td><td>38,0</td><td>16,6</td></tr><tr><td>2015</td><td>880</td><td>36,4</td><td>7,4</td><td>33,6</td><td>36,4</td><td>20,9</td></tr><tr><td>IA</td><td>35916</td><td>38,8</td><td>9,4</td><td>32,3</td><td>38,8</td><td>16,1</td></tr></table>		N	Diff	A	B	C	D	2007	642	32,7	9,1	35,9	32,7	21,3	IA	642	38,7	12,1	29,7	38,7	17,2	2011	996	34,7	7,4	33,8	34,7	21,4	IA	342662	38,0	10,7	30,7	38,0	16,6	2015	880	36,4	7,4	33,6	36,4	20,9	IA	35916	38,8	9,4	32,3	38,8	16,1	Su donarken kütlesi ve hacmi azalır. Su donarken kütle artar, hacmi aynı kalır.
	N	Diff	A	B	C	D																																													
2007	642	32,7	9,1	35,9	32,7	21,3																																													
IA	642	38,7	12,1	29,7	38,7	17,2																																													
2011	996	34,7	7,4	33,8	34,7	21,4																																													
IA	342662	38,0	10,7	30,7	38,0	16,6																																													
2015	880	36,4	7,4	33,6	36,4	20,9																																													
IA	35916	38,8	9,4	32,3	38,8	16,1																																													

Tablo 11’ de ilgili maddeler incelendiğinde TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak verilen SP6x Akıl yürütme basamağı düzeyindedir. Bu maddeyi bilme, uygulama ve akıl yürütme basamaklarından yüksek puan alan öğrenciler daha yüksek oranda doğru yanıtlamıştır. Bu maddeye ilişkin belirlenen kavram yanılgılarına sahip öğrencilerin en düşük puanları Bilme basamağı düzeyindedir.

S042x maddesinde su donarken kütle ve hacim değişimi sorulmuş ve öğrenciler en yüksek oranda “Su donarken kütle artar, hacmi aynı kalır.” yanıtını vermiştir. Doğrudan kavram yanılgısı olarak verilen bu madde Bilme basamağı düzeyindedir. 2007-2015 yılları arasında sorulan bu maddede ilgili kavram yanılgısı oranı değişmemiştir. 2015

yılında özellikle Bilme basamağından en düşük puan alan öğrenciler bu kavram yanlışlığına daha çok sahiptir.

Maddenin hal değişimi sırasında belirlenen bir madde ısıtılırsa ya da soğutulursa taneciklerinin boyutunun ve tanecik sayısının değişeceği kavram yanlışlığı “kütle, hacim ve yoğunluk” kavramlarına ilişkin oluşabilecek yeni kavram yanlışlığına neden olmaktadır. Öğrencilerde ısıtılan maddenin tanecikleri büyüdüğü için veya tanecik sayısı artacağı için kütlenin de artacağı ifade edilmektedir. SP6x maddenin ısıtıldığında kütlelerinin nasıl değişeceğini, diğer iki madde ise suyun donarken kütlelerinin nasıl değişeceğini sormaktadır. İstisnai durum içeren suyun donması durumunda da kütlenin değişeceğini ve bunu da hacim, yoğunluk değişimiyle ilişkilendirmektedir. Temel nokta her üç maddede kütlenin değişmeyeceği bilgisi ölçülmektedir. Maddenin tanecikli yapısı ve fiziksel değişimlerin maddenin tanecik yapısını, kütlelerini, hacmini ve yoğunluğunu nasıl etkilediği anlaşılmamakta ve kavram yanlışlığına sebebiyet vermektedir.

Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda ilgili maddelere yönelik belirlenen kavram yanlışlıklarının ortaya çıkması muhtemeldir. Buna göre:

Ö1: Maddenin tanecikli yapısı ünitesinde belirlenen kavram yanlışlığı bu ünite de etkili olmuştur. Çünkü madde ısıtıldığında tanecik sayısının değişeceğini ifade eden bir öğrenci kütlelerinin de değişeceğini söylemiş olur. Böylece üniteler arası kavram yanlışlığı birbirini destekleyerek devam eder”

Ö2: Öğretim programlarımıza kütle değişmeyen madde miktarıdır deyip geçiyoruz. Aslında kütlenin tam olarak ne olduğunu, hacim vs bunları öğrencilere tam olarak aktaramıyoruz. Bu görüşme ile daha da fark ediliyor ki aslında temel kavramlar ne kadar da basite alınıyor ve basit denilen kavramlar ne şekilde öğrencide ortaya çıkıyor.

Ö3: Su donarken hacmi artar, azalır kavramları daha önceden sekizinci sınıfta ayrıntılı olarak ele alınırken şimdi beşinci sınıfta söyleyip geçiyoruz. Bu durumda öğrenci kütle, hacim nedir, tanecik nedir, atom nedir, sıcaklık değişirse bu kavramlar nasıl değişir aralarındaki ilişki nedir? bağlantı kuramamakta yani zihinde yapılandırmamakta ve kavram yanlışlığına neden olmaktadır.

Alan yazında benzer kavram yanlışlığına ait çalışmalar bulunmaktadır. Fen bilimleri öğretmen adaylarına ilişkin yapılan araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının suyun yüzeyden donmasını yoğunluk kavramıyla ilişkilendirebilmiş olsalar bile suyun hal değiştirmesiyle birlikte yoğunluğunun değişmesini genleşme ve maddenin tanecikli yapısı ile açıklayamamışlardır. (Kirman Bilgin A., Turan Bektaş B. (2018). TIMSS bağlamında ulaşılan sonuca göre de suyun hal değişimi esnasında kütlelerinin de değişeceği

kavram yanılgısı ortaya çıkmıştır. Maddenin ısı alıp vermesiyle de tanecik sayısının, tanecik boyutunun değişeceğine ilişkin kavram yanılgıları ile kütlenin de değişken olduğu kavram yanılgısına neden olabilir. Böyle düşünmelerinin sebebi adayların maddenin tanecikli yapısı ve hal değişimi konularını mikroskobik boyutta kavrayamamalarından ve günlük yaşam örneklerini bu boyutta açıklayamamalarından kaynaklandığı söylenebilir (Boz, 2006; Kenan ve Özmen, 2014; Kokkotasvd, 1998; Tsai, 1999; Wu, 2003). Aynı zamanda maddenin uğradığı genleşme, büzülme, hal değişimi veya ısıtma-soğutma işlemlerinde taneciklerin hacminin değiştiğinin ortaya çıkarıldığı birçok araştırma sonucuyula (Adadan, Trundle ve Irving, 2010; Pereira ve Pestena, 1991) mevcut araştırmanın tespit edilen sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Aynı zamanda adayların kütle – hacim – yoğunluk kavramları arasında ilişki kuramamaları (Erten ve Yıldırım, 2010) ve yoğunluk kavramını zihinlerde doğru bir şekilde yapılandırılmasının zor olması (Demircioğlu ve Demircioğlu, 2005) adayların konuyla ilgili kavram yanılgılarının sebebi olabilir.

Mete (2020), sınıf öğretmeni adaylarına yönelik araştırmasında öğretmen adaylarının “buz katı, eriyince tanecikler arası boşluk artar ve hacim artar”, “hacim değişir maddeler arası boşluk artar yoğunluk değişmez ama buzun içine hava tanecikleri girdiyse değişir. Kütle değişir”, “buz halinin ve sıvı halinin kütleleri farklıdır. Hacim azalır yoğunluk değişmez” şeklindeki cevapları suyun istisnai durumunu bilemediklerini göstermektedir. “Suyun yapısı değişir, tanecikli yapı zamanla artar” şeklinde kavram yanılgılarına sahip olduğunu tespit etmiştir.

TIMSS bağlamında incelenen maddelerde de alan yazına benzer kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Maddenin halleri ve fiziksel özelliklerinde ısıtılan ya da soğutulan maddelerin, tanecik sayısı ve tanecik boyutunun değişeceği yönünde kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Fiziksel değişimlerde kütlenin sabit kalacağına yönelik maddelerde de birbirini destekleyen kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Öğrenciler madde ısıtıldığında kütlelerinin artacağını ya da azalacağını, yine suyun donarken hacim ve yoğunluğu değişeceği için kütlelerinin de değişeceğini ifade etmiştir. Birbirleriyle sıkı ilişki içinde olan bu kavram yanılgıları özellikle kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarının maddenin tanecikli yapısı konusunda temel olarak ele alınması gereken kavramlardır. Maddenin tanecikli yapısını kütle, hacim ve yoğunluk kavramları ile ilişkilendirmek, bu kavramları mikroskobik boyutta anlamlandırmak önemlidir. Maddelerin ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecik sayısının değişeceğini ifade eden öğrenciler aynı şekilde kütlelerinin de değişeceğini kabul ederler. Benzer şekilde bir madde ısıtıldığında ya da

soğutulduğunda tanecik boyutunun değişmesi ile kütle ve hacminin de değişeceğine ilişkin yeni kavram yanlışları ortaya çıkmaktadır.

Saydam (2013), fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik araştırmasında benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Donma olayında farklı maddelerin taneciklerini farklı şekilde etkilediğini, suyun özel durumundan dolayı donma olayının taneciklerin büyümesine sebep olacağı hatta taneciklerinin hacminde artış olan tek maddenin sadece su olduğu ve taneciklerin donmasının suyun donmasına sebep olacağını ifade eden görüşleri ortaya koymuştur.

Enerji Dönüşümü ve İletimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanlışları.

TIMSS bağlamında Enerji Dönüşümü ve İletimi ünitesinde iki konu başlığı ve toplam 5 kazanıma yer verilmiştir. TIMSS bağlamında bir madde doğrudan kavram yanlışlığı olarak verilmiştir. Bu madde ile ilgili olan diğer maddeler incelenmiş ve araştırmaya sadece Isı İletimi ve Maddelerin Isı iletkenliği konusu alınmıştır.

Bu konuda belirlenen kavram yanlışları:

- Isı yerine soğuk aktarılır.
- Gazete battaniye gibi buz ısıtır, buz sıcak tutar.

TIMSS bağlamında belirlenen kavram yanlışlarından iki tanesi “Sıvılar katılara göre daha sıcaktır/ Katılar sıvılara göre daha sıcaktır” tam olarak açıklanamadığından aynı maddede bir seçenek “Isı yerine soğuk aktarılır” kavram yanlışlığı olarak ele alınmış ve diğer maddeler ile desteklenmiştir. Araştırmaya alınan maddelere ait bilgi Tablo 11’de verilmiştir.

Araştırmaya alınan maddelerden S06x TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığına ilişkin olan maddedir ve “**Isı yerine soğuk aktarılır**” kavram yanlışlığı ortaya çıkmıştır, S042407 maddesinde “**Gazete battaniye gibi buz ısıtır, buz sıcak tutar**” kavram yanlışlığı araştırma sonucu tespit edilmiştir.

Tablo 12

Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusuna İlişkin 2007-2019 Yılları Arasında Maddeler

Madde Kazanımları: Sıcak maddelerin ve soğuk maddelerin çevresi ile aynı sıcaklığa ulaşınca kadar ısı alışverişi yaptığını bilir (M1, M2 ve M3); Farklı maddelerin ısı iletkenliğini karşılaştırır (M4)

Madde Bilgisi ve Maddenin sonuçları

							Kavram yanılgısı	
M1 S06x		N	DIFF	A	B	C	D	“Isı yerine soğuk aktarılır
İzin doğrultusunda	2015	870	38,2	10,6	11,4	39,2	38,2	
paylaşmıştır.	IA	36130	25,7	11,4	11,9	46,8	25,7	
(EK-1., 1. Madde)	Bu maddede TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak verilen “ Isı yerine soğuk aktarılır” kavram yanılgısı belirlenmiştir. % 38,2 doğru cevap verirken %39.2 “Isı yerine soğuk aktarılır” kavram yanılgısını ortaya çıkaran seçeneği işaretlemiştir.							
M2 S042407		N	10	70	79	Gazete battaniye gibi buz ısıtır, buz sıcak tutar.		
Açıklama: Açıkta ve gazeteye sarılı	2007	647	30,4	25,9	42,2			
buz kalıbından hangisi daha önce erir.	IA	638	38,1	23,1	35,7			
2007 ve 2011 Yayınlanan madde	2011	983	35,9	26,0	35,9			
	IA	34239	35,2	21,2	40,6			
Madde S042407 de birinci (boş kapta)	ve ikinci kabın (gazeteye sarılı) içindeki buzların hangisinin daha önce eriyeceği sorulmaktadır.							
Kısa cevaplı olan bu maddede öğrencilerden beklenen yanıt 1. Buz kalıbının daha çabuk eriyeceğidir. Açıklamalarında ise “hava akımının etkisiyle daha çabuk erir, blok 2 gazete kâğıdına sarıldığı için fazla ısı almaz.” şeklindedir. Öğrencilerin yaklaşık %25’i blok 2 cevabını verip (kod 70) açıklamalarında “Gazete battaniye gibi buz ısıtır, buz sıcak tutar” yanıtını vermiştir. Özellikle soğuk cisimlerin çevresiyle arasındaki ısı alışverişinin önlenmesi ısı yalıtımıdır. Isı yalıtımında özellikle -sıcak tutma- ısı kaybetme üzerinde durulduğu için soğuk cisimlerin yalıtımında kavram yanılgısına sebep olmaktadır. Öğrencilerde hava akımının önlenmesi ısı yalıtımı olarak düşünülmemiş ve gazetenin buz daha sıcak tutacağı, buz ısıtacağı ifade edilmiştir. Belirlenen kavram yanılgısına göre incelenen diğer maddelerde de benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır.								

İncelenen maddelere göre öğrencilerde metal gibi hızlı ısınan maddelerin hızlı ısı iletimi sağladığı bilgi aktarımı yapılamamaktadır. Öğrenciler ısı yalıtımında kullanılan maddelerin nasıl ısı yalıtımı sağladığını, ısı yalıtımı sağlayan maddelerin ısıyı iyi iletmediğini veya ısıyı iyi ileten maddelerin de ısı yalıtımında neden kullanılmadığını bilmiyor, denilebilir. **Isıyı iyi ileten maddeler ve ısı yalıtkanı olan maddelerin çevresiyle olan ısı alışverişinin nasıl olduğu ve sıcaklık değişiminin hangi yönde olduğuna ilişkin genel bir yanılgı mevcuttur. Özellikle öğrenciler soğuk maddelerin korunmasında ısı iletimini önleyecek bilgiyi yani ısı yalıtımının nasıl olacağını yapılandıramamaktadır.** Öğrencilerin ısı iletimi ve ısı yalıtımı kavramlarının ne anlama geldiğini tam olarak anlayamadığı ve bilgi aktarımı yapması gereken durumda başarısız olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler metallerin hızlı ısındığını düşünmekte fakat daha hızlı soğuyabileceğini düşünememektedir. S04x maddesinde bu durumu yazılı olarak metaller hızlı ısınır ifadesini yazmakta fakat hızlı ısı iletimi gerçekleştirir ifadesini

yazamamaktadır. Bu sonuçlara göre öğrencilerde ısı yalıtımı konusunda kavram yanlışları ortaya çıkmaktadır.

Tablo 13

Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusuna Yönelik Öğretmen Görüşleri

Soru	Kategori	İfade
Belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin görüşleriniz nelerdir?	Isı yalıtımı	<i>Gazetenin battaniye gibi düşünülüp buzun daha çabuk eriyeceği, özellikle öğretmenlerin ve programların göz ardı ettiği bir durum. Bu konu da ısı yalıtımı konusu önemlidir...</i>

Ö1: Bu kavram yanlışısı öğretmenler tarafından da tam olarak anlaşılamamakta yani eksik bilgi ve açıklayamama sonucu oluşuyor. Günlük hayatta da oldukça çok karşılaşıyor. Gazetenin battaniye gibi düşünülüp daha çabuk eriyeceği özellikle öğretmenlerin, programların göz ardı ettiği bir durum. Bu konu da ısı yalıtımı konusu önemlidir...

Ö2: Burada öğrencilerde ısı yalıtımı konusunun anlaşılmadığı bellidir. Fakat bunun temelinde de ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmaması yatıyor. Bende aydınlandım, dikkat etmediğimiz konuların olduğunu fark ettim. Öğrencilerde ısı yalıtımının nasıl olduğu bilgisi eksik

Ö3: Genelde ısı ve sıcaklık kavramlarına değinen araştırmalar mevcutken aslında asıl sebep maddelerin özellikleri ve ısı iletiminin nasıl olduğu konusunun anlaşılmamasıdır. Maddenin tanecikli yapısı ve madde ve ısı üniteleri burada da ele alınmalıdır. Maddeler cisimleri nasıl korur özellikle soğuk maddelerin korunmasında ısı yalıtımı nasıl etkili olur, bu konulara önem verilmesi gerekir.

Ö4: Araştırmalar genellikle ısı ve sıcaklık kavramları üzerinde yapılmıştır. Isı aktarımı ve sıcaklık kavramları soyut olarak kalmakta hatta bilimsel olmayan tanımlar yer almaktadır. Isı yalıtımı konusunda S042407 maddesinde öğrenciler gazeteyi battaniye gibi düşünmüşler, aslında burada battaniyenin de bize ısı verdiğini de düşünmektedirler. Temel bilgi eksik, ısı geçişini engelliyor ve ısı kaybını koruyor böylece sıcaklığımız düşmüyor. Bu kavram yanlışısı özellikle dikkate alınmalı.

Ülkemizde ısı ve sıcaklık kavramına yönelik birçok araştırma bulunmaktadır. Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesine yönelik farklı öğretim kademelerinde çalışılmıştır (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Bu kapsamda ilgili alan yazında sıcaklık ve ısı kavramına yönelik yanlışların; sıcaklığın cismin cinsine, kütlesine ve ağırlığına bağlı olduğu, ısıyın iletimi ile genişlemenin ilişkili olduğu, öz kütlenin sıcaklıkla doğru ilişkili olduğu, sıcaklıkla madde miktarının ilişkili olduğu, ısı

ve sıcaklığın aynı anlamda olduğu, soğuk maddelerin ısıya bağlı olmadığı, ısının bir madde olduğu, ısınan maddelerin yükseldiği ve ısının maddelerin belirli yerlerinde olduğu şeklinde kavram yanlışları belirlenmiştir.

Uzoğlu ve Yıldız (2011) araştırmasında öğrencilerin %47,1'inin ısı nedir sorusuna kabul edilebilir bir cevap, %34,3' ünün hangi maddelerin ısıyı daha iyi ve neden ilettiklerini, %45,7'sinin ısı iletim yollarını ve bu yollarla ilgili bir örneği, %42,9'unun ısı yalıtımını ve %37,2'sinin ısı yalıtımında kullanılan malzemelerin hiçbir özelliğini yazamadıklarının ifade etmiştir. Yapılan araştırmalarda daha çok ısı ve sıcaklık kavramlarına yönelik araştırmalar yapılırken ısı yalıtımı üzerinde araştırma sayısı kısıtlıdır.

Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda da ilgili maddeler kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak düzeydedir. Özellikle kısa cevaplı madde S042407 maddesinde TIMSS yanıt anahtarında “Gazete battaniye gibi buzu ısıtır, sıcak tutar” yanıtının verilmesi öğretmenler için kavram yanlışısıdır.

“Öğrenciler özellikle bir maddeyi sardığımızda o maddenin cismi ısıtacağını düşünür, battaniyeye sarılı buz için de durum aynıdır. Battaniyeyi ısı kaynağı olarak düşünür, hatta onun yumuşak, tüylü olmasını tıpkı soba gibi kafasında kurar. Bu maddede net bir şekilde gazetenin battaniyeyi sıcak tutacağı kavram yanlışısı vardır ve biz bunu düzeltmekte zorlanıyoruz” (Ö5). Aynı zamanda öğretmenler incelenen maddeler ve belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin bu kavram yanlışları üzerinde durulmadığını ve öğretim programlarında yer almadığını ifade etmiştir. Özellikle ısı yalıtımı konusunda öğretmenlere detaylı olarak bilgi verilmesi gerektiği ve öğretmenlerin belirlenen kavram yanlışlarının farkındalığını arttıracak çalışmalara yer verilmesi gerektiği belirtilmiştir. “Belirlenen kavram yanlışlarında öğretim programlarında öğretmenlere yönelik dikkat çekici uyarılar bulunmuyor. Araştırma sonuçları kesinlikle programlarda yer almalı ve ders kitapları da bunlara göre düzenlenmelidir. Aksi takdirde bizler eğer bu alanda çalışmıyorsak fark etmeyebiliyoruz” (Ö1).

Elektrik ve Manyetizma Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanlışları. TIMSS bağlamında Elektrik ve Manyetizma ünitesinde iki konu başlığı “Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımı ve Mıknatıslar ve Elektromıknatısların Özellikleri ve Kullanımları” altında altı kazanım yer almaktadır. Bu kazanımlar dahilinde 2007-2019 yılları arasında on madde incelenmiş ve elektrik devrelerinde ve elektrik akımına ait konuda beş, mıknatısların ve elektromıknatısların özellikleri ve kullanımları konusunda dört, toplamda dokuz madde araştırmaya alınmıştır. Araştırmada Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımı ve Mıknatıslar ve Elektromıknatısların Özellikleri ve Kullanımları konularına ilişkin bulgular ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımına İlişkin Bulgular. Bu konuda TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığına ait madde belirtilmemiştir. Araştırma sonucunda ilgili maddelerde yanlış oranının yüksek olduğu ve yıllar boyunca bu yanlışların devam ettiği tespit edilmiş, alan yazın araştırması dahilinde yeterli öğretmen ve uzman görüşü alındıktan sonra konu araştırmaya alınmıştır.

Belirlenen kavram yanlışlığı maddelerin çoktan seçmeli olması ve maddeler arası bağlantı kurulurken genel bir konuda olması nedeniyle kavram yanlışlığı da konuyu kapsayacak genel olarak ifade edilmiştir. Belirlenen kavram yanlışlığı:

- Zayıflayan akım modeli/ Paylaşılan akım modeli/ Paralel devrelerdeki kavşak modeli, olarak ifade edilmiştir.

Belirlenen bu kavram yanlışlığı S03X maddesi ile doğrudan ilişkilidir. Diğer maddeler kavram yanlışlığını desteklemek amacıyla paylaşılmıştır. Araştırmaya alınan maddeler Tablo 14’ te verilmiştir.

Tablo 14

Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımı Konusunda 2007-2019 Yılları Arasında Yer Alan Maddeler

(Devam ediyor)

Tablo 14 (Devam)

Elektrik Devrelerinde İletkenler ve Elektrik Akımı Konusunda 2007-2019 Yılları Arasında Yer Alan Maddeler

Maddeler	Akademik Başarı Tablosu			
Madde 3: S04x Uygulama	S04x maddesinde bir elektrik devresinde gerilim ve akım değeri verilmiş direncin hesaplanması istenmiştir. 2007 yılından 2015 yılına kadar başarısızlık oranı artmış ve bu başarısızlık oranı % 70' e kadar yükselmiştir. Öğrencilerin tamamına yakın bir kısmı OHM Kanununa ilişkin hesaplama yapamamaktadır. Akım, gerilim ve direnç ilişkisine ait uygulama ve akıl yürütme düzeyinde bilgiye sahip değildir. Bu durumda S032184 maddesinde de yeterli derecede hesaplama yapmayan ve uygulama yapmayan öğrenci kendi kavramlarını oluşturacaktır.			
Yayın izni olmayan madde				
Açıklama: Direnç hesaplama				
Madde Kazanım: Pil ve/veya ampul sayısı gibi devrelerdeki elektrik akımını etkileyen faktörleri tanımlar. (OHM Kanunu)				
	N	10	70	79
2007	640	11,5	4,4	57,6
IA	639	17,6	6,2	52,3
2011	984	14,4	2,8	61,6
IA	33385	16,6	6,0	52,3
2015	865	13,8	1,8	68,1
IA	36016	16,2	6,0	55,4

Öğrencilerde akım, gerilim ve direnç ilişkisine yönelik bilgi eksikliği mevcuttur. Her üç kavramında yer aldığı OHM Kanunu hesaplamalarında öğrenciler başarısız olmuşlardır. Dolayısıyla öğrenciler matematiksel hesaplama yapmadıkları için direnç hesaplama, akım ve gerilim kavramlarında eksik bilgiye sahiptir. Bu eksik bilgi, öğrencilerin uygulama ve çıkarım yapmalarında kavram yanlışlığına neden olmaktadır. Uygulama basamağında olan S03X maddesine doğru cevap veren öğrencilerin en yüksek puan ortalaması her iki TIMSS sınavında da Bilme basamağına aittir.

Literatürde benzer kavram yanlışlığı mevcuttur ve bu madde sonucunda ortaya çıkan kavram yanlışlığını desteklemektedir. Örneğin;

• **Zayıflayan akım modeli:** Bu yanlışlığa sahip öğrenciler, elektrik akımının devre elemanları tarafından tüketildiği düşüncesine sahiptir. Zayıflayan akım modeli yanlışlığına sahip öğrencilerde “devre elemanlarının akımın bir kısmını tüketmeleri sebebiyle başlangıçtaki akım daima sonraki akımdan büyüktür” düşüncesi hakimdir.

• **Paylaşılan akım modeli:** Bu yanlışlığa sahip öğrencilere göre akım devre içerisinde tek bir yönde hareket etmektedir. Üzerinden akım geçen devre elemanları ise bu akımı eşit şekilde paylaşmakta ve güç kaynağına başlangıçtaki miktardan daha az akım geri dönüş yapmaktadır.

• **Paralel devrelerdeki kavşak modeli:** Bu yanlışlığa sahip olanlar, bir devrede kullanılan farklı kavşak modellerinde eksik bilgiye bağlı olarak yanlış açıklamalar öne sürmektedir.

Altun (2009) araştırmasında fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin % 53'ünde zayıflayan akım modeli- akım devrede belli bir yönde ilerlerken elemanlar akımı kullandığı için sürekli zayıflayarak yol alır, kavram yanlışlığını tespit etmiştir. Asomi vd (2000) İngiltere' de batı Londra' da okuyan 10-11 yaşındaki Japon öğrencilerin basit elektrik devrelerine ilişkin kavram yanlışları arasında zayıflayan model, kapalı devrede akımın devre elemanlarından geçtikçe şiddetinin zayıfladığını ortaya çıkarmıştır.

Maddenin seçeneklerinde yer alan “Ampul 1' deki akım, ampul 2'deki akımdan daha büyüktür ve Ampul 1' deki akım, ampul 3' deki akımdan daha büyüktür” ifadeleri yukarıda açıklanan kavram yanlışları ile benzerdir. Bu maddede A ve B seçenekleri kavram yanlışlığı olarak ele alınmıştır. Bu maddelere yönelik öğretmen görüşleri şu şekildedir:

Ö1: Madde üzerinde dikkatli düşünüldüğünde öğrenciler genel olarak pile yakın devre elemanları üzerinden daha çok akım geçtiğini düşünmüş olabilir ki şu an bile öğrencilere sorsak aynı cevabı alırız. Seçeneklere göre de belirlenen kavram yanlışlığı desteklenir niteliktedir.

Ö2: Alan yazından bahsedildiğinde ve madde incelendiğinde öğrencilerin bu tür kavram yanlışlarına sahip olması normaldir. Çünkü bu konuları üzerinde durmadığı için öğrenciler kendi kavramlarını kendi kafalarında oluşturmakta ve bilimsellikten uzak yaklaşmaktadır. Dolayısıyla bu madde ve kavram yanlışlığı birbirini oldukça desteklemektedir.

Ö3: ...gayet güzel bir tespit olduğunu düşünüyorum. Madde özellikle kavram yanlışlığını tespit edecek düzeyde ve seçenekler özellikle A ve B seçenekleri zayıflayan akım modeli üzerinde çalışmaktadır. Dolayısıyla bu maddeden çıkarılacak sonuç alan yazında belirtilen “devre elemanlarının akımın bir kısmını tüketmeleri sebebiyle başlangıçtaki akım daima sonraki akımdan büyüktür” kavram yanlışlığıdır.

TIMSS bağlamında incelenen madde ve alan yazın dahilinde öğretmenlerden alınan görüşlere göre öğrencilerde devrede akım ilerledikçe akımın azalacağı kavram yanlışlığı madde S032184 A ve B seçeneklerinde açık bir şekilde ifade edilmektedir. Bu maddede belirlenen kavram yanlışlığının temelinde OHM Kanununa ilişkin eksik bilginin yer aldığı diğer madde sonuçları ile desteklenmektedir.

Kuvvet ve Hareket Ünitesine İlişkin Belirlenen Kavram Yanlışları. 2007, 2011 ve 2015 yıllarında yerçekimi kuvvetine ilişkin sekizinci sınıf düzeyinde üç madde ele alınmıştır. Neidorf ve diğerleri (2020), kavram yanlışlarına yönelik yayınladıkları

raporda kuvvet ve hareket konusu yerçekimi kavramı üzerinde yaptığı araştırmada incelenen maddelerden yola çıkarak “Yerçekimi sadece düşen nesnelere etki eder, ancak hareketsiz nesnelere (zeminde veya başka bir yüzeyde duran) veya yukarı doğru hareket eden nesnelere etki etmez” kavram yanlışlığını tespit etmiş ve bu kavram yanlışlığını ülkeler, cinsiyet ve sınıf değişkenlerine göre incelemiştir. Bu raporda incelenen maddeler ve belirlenen kavram yanlışlığı doğrudan ele alınmıştır. İlgili maddelere yönelik bilgi ve sonuç tablosu Tablo 15’ de verilmiştir.

Tablo 15

Yerçekimi Konusunda İncelenen Maddeler

Madde Kod	Akademik Başarı Tablosu						
M1: S032z-Uygulama	N	DIFF	A	B	C	D	
TIMSS 2011 Yayınlanan Madde Soru:77	2007	649	29,8	16,1	42,7	10,9	29,8
Açıklama: Paraşüte etki eden yerçekimi kuvveti (uçakta, serbest düşme hali, açıldıktan sonra yere inerken, yerde)	IA	640	32,0	13,8	42,6	9,6	32,0
	2011	988	33,8	10,2	46,2	9,5	33,8
	IA	865	31,6	12,9	44,5	9,3	31,6
M2 S042z-Uygulama	N	10	11	12	19	70	71
TIMSS 2015	2007	642	5,6	0,4	28,7	5,8	1,3
Açıklama: Duvarın üstünde oturan kişilere etki eden yer çekimi kuvveti	IA	640	3,1	0,7	35,5	3,8	3,8
	2011	996	1,5	1,2	28,4	2,7	0,2
	2015	880	1,5	1,7	36,8	3,9	0,2
M3-S0422z-Uygulama	N	10	79				
TIMSS 2015 Yayınlanan madde	2007	640	37,9	22,1			
Açıklama: Yukarıya doğru atılan topun düşmesine neden olan kuvvet/ler	IA	640	56,1	23,4			
	2011	989	56,8	18,8			
	IA	34200	59,9	20,9			
	2015	865	52,8	27,3			
	IA	36016	60,7	20,4			

Tablo 15’ de incelenen madde sonuçlarına göre S032z de öğrenciden beklenen yanıt yerçekimi kuvvetinin her durumda paraşüte etki ettiğidir (D seçeneği). Sekizinci sınıf öğrencilerinden hareketli veya hareketsiz cisimlere etki eden yerçekimi kuvvetinin etkisini belirlemeleri beklenir. Fakat sekizinci sınıf öğrencilerinin çoğu yerçekimi kuvvetinin sadece yerden belirli bir yükseklikte olduğu zaman etki ettiğini düşünmektedir. Öğrencilerin doğru yanıtlama oranı yıllara göre sırasıyla %29.8-33,8 dir. Öğrencilerin büyük kısmı bir cisme otururken ya da cisim yerde iken cisme yerçekimi kuvveti etki etmediğini ifade etmektedir.

Uluslararası ortalama puanlar incelendiğinde %31-32 oranında başarı gözlenmiştir. Bu durumda yer çekimi konusunda hem dünyada hem de Türkiye’de başarısızlık söz konusudur. Yung (2006)’ un TIMSS sorularına ilişkin yaptığı araştırmada Hong Kong

öğrencilerinin benzer bir soruda başarı oranı %23,9'dur. Yung (2006) öğrencilerin yerçekimi kuvvetinin havada ya da yerde olmaksızın her zaman bir nesneye etki etmediğini düşünmelerini yaygın kavram yanlışlığı olarak ifade etmiştir. Yung (2006) öğrencilerin yerçekimi kuvveti hakkındaki kavram yanlışlıklarını gidermek için öğretmenlerin uygun öğrenme ve öğretme etkinliklerini tasarlamada yardımcı olmalarını belirtmiştir.

Neidorf vd. (2020), beş farklı ülkede (İtalya, Norveç, Rusya, Slovenya, ABD) TIMSS sonuçlarından yola çıkarak kavram yanlışlıklarını inceleyen araştırmasında aynı maddeye ilişkin sonuçları incelemiştir. Ülkeler genelinde ortalama olarak öğrencilerin %36' sını yer çekimi kuvvetinin her durumda etti ettiğini belirtirken, yarısından fazlası (%57) yer çekiminin yalnızca cisim düştüğünde (özellikle düşerken %45) etki ettiğini düşünmektedir. Özellikle İtalya' da bu kavram yanlışlığı daha sık (%68) görülmektedir.

Yerçekimi kuvvetine ilişkin ikinci örnek S042z de öğrencilerin hareketsiz konumdaki nesnelere etki eden yerçekimi kuvveti hakkında kavram yanlışlığı olduğu belirlenmiştir (Neidorf vd, 2020). Madde S042211 de duvarın üstünde oturan iki kişiye etki eden kuvvetler sorulmaktadır. Tam doğru cevap (kod 10) öğrencilere kuvvet etki ettiğini işaretleyip açıklamalarında aşağı doğru yerçekimi kuvveti etki ettiğini ve duvarında yukarı doğru kuvvet etki ettiğini belirtmeleri gerekmektedir. Öğrencilerin çok az kısmı (kod 11) “evet” yanıtını verip açıklamalarında etki eden iki kuvveti, çocukların ağırlığı ve zeminin uyguladığı kuvvet olarak açıklamıştır. Öğrencilerin büyük kısmı (kod 12) sadece tek bir kuvvetin etkisinden –yerçekimi kuvveti- bahsetmiştir. Öğrencilerin yarısından fazlası ise (kod 70, 71, 79) yerçekimi kuvvetini tanımlayamamıştır. Türkiye'ye ilişkin sonuçlar incelendiğinde ortalama puan dünya ortalamasının altındadır. Aynı zamanda beş ülke ile yapılan diğer araştırma puanları ile kıyaslandığında oldukça düşük ortalamaya sahiptir. 2007 ve 2011 puan ortalaması aynı olmakla birlikte 2015 yılında başarı oranında %10'luk bir artış söz konusudur. Başarı artışına rağmen başarısızlık oranı %50'den fazladır. Bu durumda öğrencilerin neredeyse yarısı hareketsiz ve yukarı doğru fırlatılan cisimler üzerinde yer çekimi kuvvetinin etkisi yoktur, kavram yanlışlığına sahiptir.

Madde S0422z de yukarıya doğru fırlatılan bir topun X noktasından Y noktasına düşmesinde etki eden kuvvet sorulmuştur. Bu soru için öğrencilerden beklenen cevap “yerçekimi kuvveti” dir. Dördüncü sınıf seviyesinde öğrencilerden beklenen yere düşen cisimlere etki eden yer çekimi kuvvetinin bilinmesi iken sekizinci sınıf öğrencilerinin yarısı bu soruya doğru cevap vermiştir. Sekizinci sınıf öğrencilerinin yarısı yukarıya

doğru atılan bir topun bir noktada durması ve ters yönde hareket etmesinde yer çekimi kuvveti etkisini tanımlamakta zorluk yaşamaktadırlar.

Bu soruda diğer sorulardan farklı olarak doğrudan cismin düşmesine neden olan kuvvet sorulmuştur. 2007 yılında doğru cevaplanma oranı %37,9 iken 2011 yılında doğru cevap verme oranında artış görülmüş ve %56,8 olmuştur. 2015 yılında ise sorunun doğru cevaplanma oranında düşüş görülmektedir (%52,8). Türkiye ortalaması her dönem uluslararası başarı ortalamasının altındadır. Neidorf vd. (2020) tarafından yapılan araştırma sonucuna göre bu sorunun beş ülke (İtalya, Norveç, Rusya, Slovenya, ABD) ortalaması %70'dir. Bu sonuca göre Türkiye ortalaması oldukça düşüktür. Güney Afrika (2016) Item-by- Item analysis sonucunda Güney Afrika öğrencilerinin doğru cevap verme oranı %31,2'dir.

Alan yazında benzer kavram yanılgısı ve araştırmalar mevcuttur. Halloun ve Hestenes (1985) araştırmasında “eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez” kavram yanılgısını tespit etmiştir. Hart (2002) kuvvet konusunu öğrenenler üzerinde bir araştırma yapmıştır. Yerçekimi kuvveti hakkında araştırma bulgularına bakıldığında öğrencilerin serbest düşme yapan cisimlerde yerçekimi kuvvetini gösterebildikleri, ancak yerde durmakta olan cisimlerde böyle bir kuvveti gösteremedikleri tespit edilmiştir.

Güneş (2021, sf: 46) “Bazıları yer çekimi kuvvetinin cisimlere yalnızca yere düşerken etki ettiğini düşünebilir. Bu şekilde düşünen masa üzerinde duran bir kitaba yer çekimi kuvvetinin etki etmediğini düşünebilir” kavram yanılgısını belirlemiştir.

Dikici vd (2010)'e göre öğrencilerde “hareketsiz cisme yer çekimi kuvveti etki etmez, yer çekimi hareket olursa etkisini gösterir; yer çekimi kuvvetinin etkisini göstermesi için yerden uzak olmak gerekir” kavram yanılgıları mevcuttur. Soner (2006), fizik dersi alan lisans öğrencilerin cinsiyet, fakülte ve puan türüne göre mekaniğin temelini oluşturan Kuvvet ve Hareket konuları ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmiş ve lisans öğrencilerinde de “yer çekimi kuvveti cisimlere sadece düşerken etki eder; bir hareketin başlayabilmesi için cisme etkiyen kuvvet gerekir” kavram yanılgılarını tespit etmiştir. Küçük (2005) araştırmasında farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin yer çekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavram yanılgılarını incelemiştir. Araştırmanın örneklemini üç farklı öğrenim seviyesinden sekizinci sınıf, lise ikinci sınıf ve son sınıfta okuyan fen bilgisi öğretmen adaylarından seçmiştir. Bulgularında;

Duran bir cisim yerçekiminden mahrumdur (8. sınıf)

Sabit bir noktada duran top, başka bir etki olmadığından dolayı yerçekiminden etkilenmez” (8. sınıf)

Duran topa hiçbir kuvvet doğrultusunda kuvvet uygulanmadığı için yerçekimi etki etmez (8. sınıf)

Kayıktaki insana etki etmez çünkü suyun kaldırma kuvveti vardır (8. sınıf) yerde olduğu için etki etmez, duran bir cisme yerçekimi etki etmeztespit etmiştir.

Bu çalışmada önemli bir durum öğretmen adaylarında da belirlenen kavram yanlışlarının tespit edilmiş olmasıdır. Yerçekimi Konusunda Belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin öğretmen görüşleri şu şekildedir:

Ö1: Kuvvet ve hareket ünitesinde yerçekimi kavramında belirlenen kavram yanlışısı oldukça önemlidir. Çünkü ders kitaplarında ve uygulama sürecinde öğretmenler olarak dikkat edilmeyen bir durumun göz önüne çıkarılması açısından önemlidir. Bu anlamda TIMSS bunun üzerinde doğrudan araştırma örneği yayınlarak dikkat çekmek istemiş.

Ö2: Öğretmenler dahil bence birçok kişi bu kavram yanlışısına sahiptir. Çünkü yer çekimi kuvveti verilirken genellikle düşme kavramıyla beraber verilmektedir. İncelenen maddelerde de bu kavram yanlışısının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. TIMSS bağlamında dikkat edilmesi ve üzerinde durulması gereken bir konudur.

Ö3: Yerçekimi denilince ilk aklıma gelen cisimlerin düşmesidir. Öğrenciye anlatırken de düşme teması üzerinden gidiyoruz. Yani bu kavram yanlışısının oluşması aslında oldukça belli. Maddelere bakıldığında kavram yanlışısı temelli hazırlanmış maddeler.

Küçük (2005), farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavram yanlışılarını incelemiş ve örnekleme uygulanan kavram testinde ilk olarak öğrencilerden; “yerçekimi şekilde verilen nesnelere etki eder mi?” sorusuna cevap vermeleri ve ilgili maddeyi işaretlemeleri istenmiştir. Testteki on madde için örnek durumlar şu şekilde sıralanmıştır: “Top yukarı doğru çıkıyor”, “tuğla yukarı doğru atılıyor”, “insan bir trampelden yukarı doğru atılıyor”, “top yerde duruyor”, “insan kayıkta duruyor”, “tuğla toprakta gömülü duruyor”, “top aşağı doğru düşüyor”, “insan aşağı doğru atılıyor”, “tuğla aşağı doğru düşüyor” ve “içinde taş parçası bulunan havası boşaltılan bir fanus ters çevriliyor”. Sonuç olarak belirlenen kavram yanlışları arasında “Yerçekimi aşağı düşen nesnelere etki eder; yer çekimi hareketsiz nesneler üzerinde etki etmez” kavram yanlışılarını belirlemiştir.

Gürel ve Gürdal (2002), öğrencilerin yerçekimi konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Araştırmanın örneklemini 7.sınıftan 11.sınıfa kadar olan 230 öğrenci oluşturmuştur. Sonuç olarak öğrencilerin büyük bir kısmının yerçekimi konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bunlara; yerçekimi kuvvetinin sadece cisim düşerken etki edeceği, yerçekiminin her yerde aynı olduğu, masa üzerinde duran bir cisme hiçbir kuvvet etki etmediği, Ay’da yerçekiminin olmadığı, yerçekimi kuvvetinin olmadığı için havanın gerekli olduğu şeklinde kavram yanlışları örnek olarak verilebilir.

Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanlışları

Sekizinci sınıfta öğrencilerden kimya dersinde beklenen günlük olayları anlamının ötesine geçerek kimyanın pratik uygulamalarını anlamak ve ileri düzeylerde çalışma yapmak için gerekli kavramları ve ilkeleri öğrenmeleridir. Kimya alanı 3 ünite alanı içerir (TIMSS, 2016):

2007 ve 2019 yılları arasında TIMSS sınavında Bilgi/Bilme, uygulama basamağı ve akıl yürütme basamağına ilişkin 59 madde incelenmiştir. TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığı olarak verilen iki madde bulunmaktadır. Maddeler, Maddenin Bileşimi ve Kimyasal Değişimler ünitesi ile ilgilidir. Araştırma sürecinde Kimyasal Değişimler ünitesinde “Kimyasal değişimlerde madde ve enerji” konusunda kütlenin korunumu ve kimyasal tepkimelerde enerji konularında kavram yanlışları tespit edilmiştir.

Tablo 16

Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanlışları

	Tespit edilen Kavram yanlışları
Maddenin Bileşimi	Bir madde ezilirse atomları da parçalanır/ dümdüz olur/ farklı atomlara dönüşür.
Kimyasal Değişimlerde Madde ve Enerji	Kimyasal tepkimeye giren maddelerin kütlesi artar. İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır. Yumurtanın pişmesi sırasında enerji açığa çıkar, Yanma tepkimelerinde dışardan enerji alınır. /Paslanma/yanma ve çürüme enerji gerektiren tepkimelerdir

Kimya alanında incelenen iki ünite TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olan iki madde ve bu madde ile ilgili olan diğer maddeler, yıllara göre incelendiğinde yanlış yapıma oranının değişmediği ve araştırmacı tarafından kavram yanılgısı teşkil ettiği belirlenen kütle korunumu ve kimyasal tepkimelerde enerji konularında alan yazın taraması ve öğretmen görüşleri sonunda Tablo 15’ de verilen kavram yanılgıları belirlenmiştir. İlgili üniteler ve kavram yanılgılarına ait bulgular ünite başlıkları halinde verilmiştir.

Maddenin Bileşimi Ünitesine İlişkin Belirlenen Kavram Yanılgıları. 2007 ve 2019 yılları arasında Maddenin Bileşimi ünitesinde on yedi madde incelenmiş ve iki madde araştırmaya alınmıştır. Araştırmaya alınan maddelerden SP6x TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak incelenen maddedir. Bu madde ile doğrudan ilişkili olan S05x maddesi de araştırmaya alınmıştır. Her iki madde sonucuna göre belirlenen kavram yanılgısı:

- Bir madde ezilirse atomları da parçalanır/ dümdüz olur/ farklı atomlara dönüşür.” olarak belirlenmiştir.

SP6x maddesi TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak verilmiş ve bu madde ile aynı kazanımda olan S05x maddesi araştırmaya alınmıştır. Araştırmaya alınan maddelere ait bilgi verilmiştir.

Tablo 17

Maddenin Bileşimi Ünitesinde Kavram yanılgısı Tespit Edilen Maddeler

Madde/ler Kazanım: Maddenin parçacıklarını tanımlar (atom ve molekül) ve molekülleri atomların kombinasyonu olarak tanımlar (H ₂ O, O ₂ ,CO ₂).						Belirlenen kavram yanılgıları
Madde 1 (M1): SP06x-Uygulama Yayın izni olmayan madde Bilme						
	DİF F	A	B	C	D	SP6x maddesi ile S052152 maddesi benzer kavram yanılgısını ölçmektedir.
2015	25,2	29,3	25,2	12,5	32,7	
IA	37,0	20,4	37,0	12,4	28,4	
2019	28,1	25,5	28,1	11,3	34,1	
IA	41,3	15,5	41,3	10,8	31,1	
Madde 2 (M2): S05x Uygulama TIMSS 2011 Yayınlanan Madde (EK-1, 3. Madde)						S05x maddesinde başarı oranı % 41,4 iken %26,7 atomlar parçalanır, %16,9 atomlar dümdüz olur, % 14,6 farklı atomlara dönüşür yanıtı verilmiştir.
	DIFF	A	B	C	D	
2011	41,4	26,7	16,9	41,4	14,6	
IA	37,2	15,5	28,9	37,2	17,2	Bir madde ezilirse atomları da parçalanır/ dümdüz olur/ farklı atomlara dönüşür

S05x maddesi ve SP6x maddesi benzer kazanıma ilişkin maddelerdir. Akademik başarı tabloları incelendiğinde 2011 yılında daha yüksek başarı mevcut iken 2015 ve 2019 yıllarında başarı oranı düşmüştür. Bununla birlikte S05x maddesini doğru cevaplayan öğrencilerin en yüksek puanları Bilme basamağı puanıdır.

Atom konusu fen bilimlerinin temelini oluşturur. Atom o kadar küçük ki gözle görülemez, hacmi ölçülemez ve tartılamaz. Bu yüzden bilim adamları atomu doğrudan inceleyemezler. Dolaylı yoldan elde edilen bilgiler atomun yapısının öğrenilmesinde oldukça etkili olmuştur. Evreni oluşturan boşluk ve maddedir. Madde de atomlardan meydana gelmiştir (Cox ve Parsanage, 1999). Mikroskobik doğası itibarıyla atom soyut bir kavramdır ve öğrencilerde de öğrenme güçlüğüne en çok yaşandığı konu olarak karşımıza çıkar (Nakhleh, 1992; Greca ve Moreira, 2000). Bununla birlikte, atom ve atomun yapısı fen bilimlerindeki elektrik, nükleer enerji gibi diğer konuların anlaşılabilmesi sürecinde de önemli bir yapı taşıdır. Bu nedenle öğrencilerin atom konusundaki öğrenme güçlüklerinin giderilip anlamlı öğrenmenin sağlanması, üst düzeyde ve daha geniş kapsamda fen bilimleri konularının anlaşılmasına katkı sağlayacaktır (Greca ve Moreira, 2000).

Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili öğrenme güçlükleri arasında makroskobik seviyeden mikroskobik seviyeye geçerken tam bir algılama olmaması, derslerde bu konuyla ilgili öğretimin mikroskobik (tanecikli) seviyeden daha ziyade sembolik seviyede yapılması, maddenin tanecikli yapısıyla ilgili bilimsel doğruluğun kazanılmasıyla birlikte kültürel içeriğin ve günlük dilin karıştırılması bulunmaktadır. Atom ile ilgili kavram yanlışlarının oluşmasında öğrencilerin mikroskobik düzeyde olan olayları makroskobik olaylarla açıklamaya çalışması önemlidir. Özellikle yapılan araştırmalarda atomun yapısı ve şekline ilişkin kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bozoğlu (2007) yedinci sınıf öğrencilerine yönelik araştırmasında madde ezilirse atomlar da ezilir, atomları yassılaştır, atomlar yok olur olası kavram yanlışlarını belirlemiş ve bu kavram yanlışlarını gidermede rol oynama yönteminin etkisini araştırmıştır.

Özalp ve Kahveci (2011) çalışmalarında öğrencilerin atomun dışarıdan yapılan değişikliklerden doğrudan etkilendiği hatta parçalara ayrıldığında güçsüz kalıp madde özelliği gösteremeyeceği yanlışsında olduğunu tespit etmişlerdir (ısınma, şekil değiştirme, hal değişimi vb.); Tezcan ve Salmaz (2005), Sarıkaya ve Ergün (2014) çalışmalarında ayrı ayrı maddenin ezilmesi durumunda atomun da ezileceği yanlışsını gözlemlemişlerdir. Canpolat ve arkadaşlarının (2004) çalışmasında ise maddenin hal

değişimi sırasında gerçekleşen olayların atomda da aynı şekilde ortaya çıkacağı kavram yanlışlığını tespit etmiştir.

Tablo 18

Maddenin Bileşimi Ünitesinde Elde Edilen Kavram Yanılgılarına İlişkin Öğretmen Görüşleri

Soru	Örnek ifadeler
İncelenen maddeler ve literatür çerçevesinde tespit edilen kavram yanılgıları var mıdır? Görüşleriniz nelerdir?	... öğrenciler atom-molekül kavramlarını tam olarak algılayamadıkları için bu konularda da kavram yanılgıları ortaya çıkmaktadır. ... maddenin bütün özelliklerini taşıması bilgisini veriyoruz, maddenin en küçük yapı taşı olarak atomları ifade ediyoruz. Dolayısıyla maddede meydana gelen değişimlerin atomik yapıda olan etkisini atlıyoruz. Öğrenci bu soruya kendi kafasında yapılandığı şekliyle cevap veriyor.

İncelenen maddeler ve belirlenen kavram yanlışlığına ilişkin öğretmen görüşleri Tablo 18’ de verilmiştir. Buna göre her iki madde sonucuna göre öğrencilerin madde ve atom arasındaki ilişkiyi soyut düzeyde kavrayamadığı ve bu konuda somut kavramlar üzerinde daha çok durulduğu tespit edilmiş ve kavram yanlışlığı öğretmenler tarafından onaylanmıştır.

Sonuçlarla ilgili olarak öğretmenlere ait örnek ifadeler şu şekilde ifade edilebilir:

Ö1: Bu kavram yanlışlığı derslerimizde karşılaştığımız bir durum. TIMSS doğrudan kavram yanlışlığı olarak ifade etmiş doğrudan kavram yanlışlığı olarak kabul edebiliriz. Fakat doğrudan kazanımlarımız olmadığı için derslerimizde değinmeden de geçebiliyoruz. Literatürden de yola çıkarak maddelerin ezilmesi durumunda atomun da ezileceği yanlışlığı mevcuttur. Örneğin maddelerin hareket halinde olması durumunda atomunda hareket ettiği düşüncesi yaygındır. Bu kavram yanlışlığı “madde ısıtılınca tanecikleri de büyür”, “madde ısıtılınca-soğutulunca atomları da hal değiştirir” kavram yanılgıları da aslında benzerdir. Öğrenciler atom-molekül kavramlarını tam olarak algılayamadıkları için bu konularda da kavram yanılgıları ortaya çıkmaktadır.

Ö2: Öğrenciler atom kavramını oldukça soyut olarak anlamaktadır. Ders kitapları ve kazanımlar giderek azaldığı, seyreldiği için eksik olarak ve sığ olarak verip geçiyoruz. Bu eksik bilgi atom kavramında kavram yanılgılarına neden oluyor. Özellikle maddelerde atom kavramında maddenin özelliğinin değişmesinde atomlarında aynı şekilde değiştiği bilgisi ortaya çıkmaktadır. Maddenin bütün özelliklerini taşıması bilgisini veriyoruz, maddenin en küçük yapı taşı olarak atomları ifade ediyoruz. Dolayısıyla maddede meydana gelen değişimlerin atomik yapıda olan etkisini atlıyoruz. Öğrenci bu soruya kendi kafasında yapılandığı şekliyle cevap veriyor.

Ö3: Teneke ezildiğinde maddenin atomlarına ne olur sorusunda öğrencilerin atomların da parçalandığını ya da ezildiğini, başka atomlara dönüştüğü kavram yanılığı maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgilidir ve soyut düşünmeyi gerektirir. Öğrenciler bu yüzden konun öğrenilmesinde güçlük yaşamaktadır. Özellikle bu kavram yanılığının sonraki yıllarda da devam etmesi dikkat edilmediği anlamına gelmektedir. Öğretmenlik hayatımda ne öğretim programlarında ne de ders kitabında böyle bir soruya denk gelmedim. Göz ardı ediliyor ve TIMSS bize özellikle sunmuş, değerlendirmek gereklidir.

Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda doğrudan kazanımların olmadığı ve konunun ihmal edildiği ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda atom kavramına ait ünite ve konuların basit düzeyde olması, yeterli kazanımın yer almaması bu tür kavram yanılıklarına neden olmaktadır, sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte güncellenen öğretim programlarının öğrencileri üstbilişsel seviyeye taşıyamayacağı belirtilmiştir.

“Öğretim programları öğrencilerin seviyesine uygun olsun diye her dönem daha da basitleşiyor ve içi boşaltılıyor. Örneğin 2018 öğretim programında atomun yapısına ilişkin hiçbir detaylı kazanım, bilgi yok ama öğrencilerden konuyu sorgulamasını istiyoruz. Bilgi olmadan sorgu olmaz” (Ö1).

Özetle atomun soyut bir kavram olması, doğrudan gözlemlenememesi kavram yanılıklarına sebep olmaktadır ve öğrencilerin kavram yanılıkları bir kez oluşuktan sonra yeni bilgileri yanılıklı bilgiler üzerine inşa etmesi oldukça güçtür. Yanılıklı bilgiler yeni bilgilerle uygun şekilde bağlanamaz, yeni kavram yanılıkları oluşur (Nakhleh, 1992).

Kimyasal Değişimler Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılıkları. Kimyasal değişimler ünite başlığı altında yer alan Kimyasal Değişimlerde Madde ve Enerji konusunda iki kazanım yer almaktadır. Kazanımlar “Kimyasal değişim sırasında kütlelenin korunduğunu ve reaksiyonun başlangıcında bulunan tüm atomların reaksiyon sonunda mevcut olduğunu, fakat yeni maddeler oluşturmak için yeniden düzenlendiğini kabul eder.; Bazı kimyasal reaksiyonların enerji (ısı ve/veya ışık) açığa çıkardığını, bazı reaksiyonların ise enerjiyi emdiğini ve belirli kimyasal reaksiyonları (yanma, nötrleştirme ve pişirme gibi) ısıveren ya da ısı gerektiren tepkime olarak sınıflandırır.” Şeklinde-dir. Bu doğrultuda kazanımlara göre alt konular Kütlelenin Korunumu ve Kimyasal Tepkimelerde Enerji olarak ifade edilmiş ve bulgular ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılığı olarak madde belirtilmemiş araştırma sonucunda kavram yanılıkları tespit edilmiştir. 2007, 2015 ve 2019 yıllarına ait

maddelerin olması hem öğretim programlarını hem de ders kitaplarını değerlendirmede önemli bilgiler sunmaktadır.

Kütlenin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları. Kütlenin korunumu kanununda 2007 ve 2015 yıllarında açıklanan maddeler dâhilinde iki madde incelenmiş ve araştırmaya alınmıştır. Araştırma sonucunda:

- Sıvı içerisine bir madde atılırsa madde genişir ve kütlesi artar.
- Kimyasal tepkimelerde madde sayısı ve toplam kütle artar.
- İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır, olmak üzere üç adet kavram yanılgısı belirlenmiştir.

Maddelere ilişkin açıklamalar, akademik başarı tablosu ve ilgili kavram yanılgılarına ilişkin bilgi Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19

Kütlenin Korunumuna İlişkin Maddeler ve Sonuçları

Madde Kazanım: . Kimyasal değişim sırasında kütlenin korunduğunu ve reaksiyonun başlangıcında bulunan tüm atomların reaksiyon sonunda mevcut olduğunu, fakat yeni maddeler oluşturmak için yeniden düzenlendiğini kabul eder.

Madde Künyesi ve madde sonuçlarının değerlendirilmesi								Belirlenen kavram yanılgısı
Madde 1: S042106 Uygulama (Açık Uçlu Madde)								Sıvı içerisine bir madde atılırsa madde genişir ve kütlesi artar. İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır.
	N	10	11	70	71	72	79	
2007	633	15,9	0,1	19,4	32,8	24,5	3,0	
1A	639	22,4	0,5	18,9	34,7	16,4	2,5	

Madde S042106 da A ve B maddesi bir kaba konularak C maddesi oluşuyor. Terazide tartılan bu maddelerin C maddesi oluşturduktan sonraki kütlesi soruluyor. Öğrencilerden beklenen yanıt kütlenin korunumu kanunundan yola çıkarak 110g olarak işaretlemeleri ve açıklamalarında tepkimeye giren maddelerin toplam kütlesi ürünlerde oluşan ürünlerin kütlesi ile aynıdır vb şeklindedir. Eğer 110 gramdan daha az işaretleyip açıklamalarında gaz açığa çıkabilir olarak ifade etmişlerse kod 11 olarak kodlanır. Öğrencilerin % 16’sı (kod 10-11) doğru cevap vermiştir. 110 g işaretleyip açıklamalarında şekil 2 de sıvı halinde eşit duruyor vb açıklama yapan %19.4’tür. Öğrencilerin %32.8’ i (kod 71) 110 g daha az olarak işaretleyip açıklamalarında B maddesinin deney tüpünde görünmediğini ifade etmiştir. %24.5’i 110 gramdan fazla olarak işaretlemiş ve açıklamalarında B maddesi sıvı içine atıldığında genişir ve kütle artar, B ile A karıştırıldığında kütlesi artar (Kod 72) vb şeklinde ifade etmişlerdir.

(Devam ediyor)

Tablo 19 (Devam)

Kütlenin Korunumuna İlişkin Maddeler ve Sonuçları

Madde Kazanım: . Kimyasal değişim sırasında kütlenin korunduğunu ve reaksiyonun başlangıcında bulunan tüm atomların reaksiyon sonunda mevcut olduğunu, fakat yeni maddeler oluşturmak için yeniden düzenlendiğini kabul eder.

Madde Künyesi ve madde sonuçlarının değerlendirilmesi

Belirlenen kavram yanlışlığı

Madde 2: S04x (EK-1, 4. Madde)

Uygulama (Açık Uçlu Madde)

	N	10	11	70	71	79
2007	648	20,4	0,7	29,7	18,8	22,6
IA	638	21,2	0,6	30,0	18,6	23,6
2011	984	19,6	0,4	28,8	18,4	23,3
IA	34186	21,6	1,0	30,3	15,8	24,9
2015	861	24,0	0,9	31,6	18,4	21,0
IA		23,5	0,8	30,8	15,0	25,9

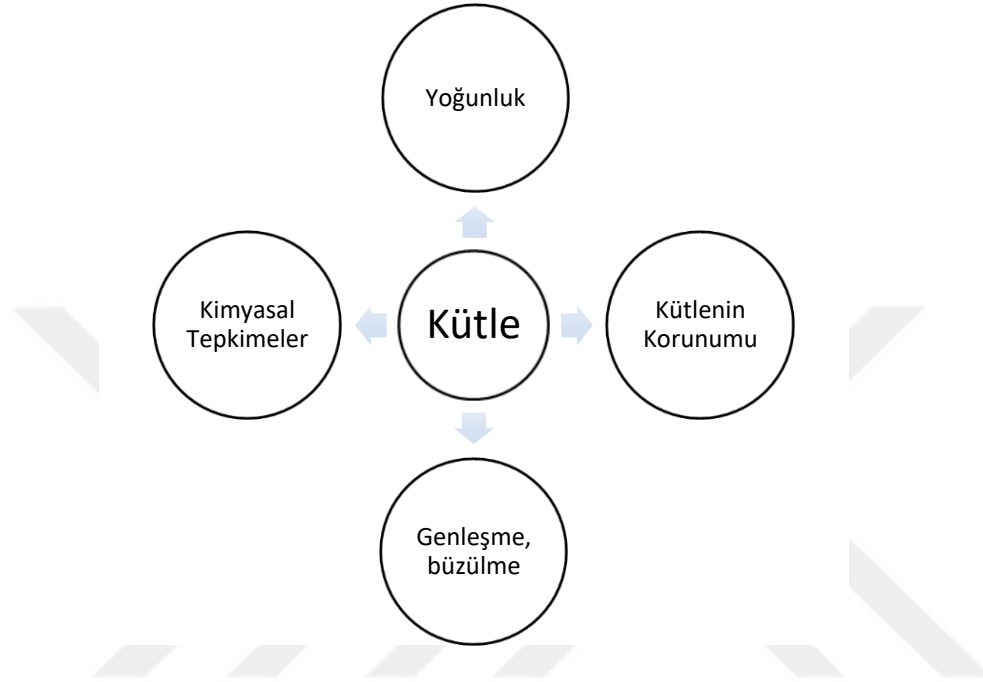
Kimyasal tepkimelerde kütle artar. İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır.

Madde S04X kütlenin korunumu kanununa ilişkin bu madde S042106 sorusu ile aynı kazanımla ilişkilidir. Öğrenciden beklenen yanıt kimyasal tepkimelerde girenlerde bulunan maddelerin kütlesi ile ürünlerde oluşan maddelerin kütleleri toplamı eşittir, toplam kütle değişmez ve terazinin dengesi bozulmaz. Açıklamalarında iki çözelti karıştırıldığında ağırlığı değişmez, ürünlerde aynı kütlede tuz ve su oluşur vb şeklindedir. Öğrencilerin yıllara göre doğru cevaplama oranları (kod 10) incelendiğinde yaklaşık %20 dir. Öğrencilerin yaklaşık %15-18' i (kod 71) diyagram B işaretleyip açıklamalarında deney tüplerinden biri boşalmıştır; kimyasalların yerleştirildiği plakada yükselme görülmüştür, şeklindedir. Öğrencilerin yaklaşık dörtte biri (kod 79) A diyagramını işaretleyip açıklamalarında kimyasal tepkimeye giren maddelerin kütlesi artar vb açıklamalarında bulunmuştur. Öğrencilerin büyük kısmı kimyasal tepkimelerde kütlenin artacağı kavram yanlışlığına sahiptir.

TIMSS bağlamında kütlenin korunumu kanununa yönelik incelenen iki maddede belirlenen kavram yanlışlığı verilmiştir. Eşit kollu terazide verilen maddeler karıştırılıp ürünlerde oluşan maddenin kütlesi sorulmuştur. 2007 ile 2015 yılları arasında sorulan ve benzer kazanıma ilişkin bu maddelerde başarı oranının düşük olduğu görülmektedir. Her iki madde de açıklamalarda kimyasal tepkimelerde kütle artar; maddeler karıştırıldığında toplam kütle artar, iki madde karıştırılırsa toplam kütle artar bilgisi görülmüştür. Fizik alanında belirlenen “madde ısıtılırsa kütlesi artar, su donarken kütlesi artar, madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar” kavram yanlışlığı ile öğrenci bir maddenin kütlesinin ısıtıldığında ya da dondurulduğunda değişebileceği bilgisine sahiptir. Kütlenin korunumu kanununa ilişkin maddelerde de benzer kavram yanlışlığı ortaya çıkmıştır. Özellikle S042106 maddesinde öğrenciler katı bir madde sıvının içine atıldığında genleşir ve kütle artar yanıtını vermiştir. Dolayısıyla maddenin tanecikli yapısında maddenin ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecik sayısının değişeceği bilgisi kütlenin korunumunda da

kavram yanlışlığına neden olmaktadır. Uygulama basamağı düzeyinde olan bu maddede ilgili kavram yanlışlığına sahip bireylerin en düşük puanı uygulama basamağı puanıdır.

Bu konuda da maddenin tanecik sayısı ile kütle kavramının ilişkilendirilmesinde öğrencilerin zorlandığı ortaya çıkmıştır. Şekil 16’ da kütle temelinde tespit edilen kavram yanlışlıklarının ilgili olduğu diğer konu ve kavramlar verilmiştir.



Şekil 16. Kütle Kavramı Temelinde Kavram Yanlışlıkları Tespit Edilen Konular

Şekil 16’ya göre Kimya alanında tespit edilen kavram yanlışlıklarının temelinde “Kütle” kavramı yer almaktadır. Öğrencilerde TIMSS bağlamında incelenen maddelerde fen bilimlerinin bütün disiplinlerinde önemli bir kavram olan kütleyle yönelik temel bilgi eksikliği olduğu tespit edilmiştir.

S04x maddesinde “bir maddenin genleşmesi kütleyle arttırır” kavram yanlışlığı kütle kavramının anlaşılmadığını göstermektedir. Bu durumda bir maddenin genleştiğinde tanecik sayısının değil, tanecikler arasındaki uzaklığın arttığının vurgulanması gerekir. Alan yazında benzer sonuçlar vardır. Demirkol (2017)’un araştırmasına göre altıncı sınıf öğrencilerinin sahip olduğu yanlışlıklardan biri de “Tanecikler arası mesafe artınca maddenin kütlesi artar” şeklindedir. Yine Gönen ve Akgün (2005) çalışmalarında öğrencilerin “Hal değişimi sırasında maddenin kütlesi de değişir, bu yüzden moleküllerin büyüklükleri de değişir” kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını çıkarmışlardır.

Bununla birlikte doğrudan kütlenin korunumuna ait kavram yanlışlıklarının teşhisine yönelik araştırmalar sınırlı miktardadır. Erdem vd (2004)’ün araştırmasında kütlenin

korunumuna ilişkin “Buz küpleri içeren kapalı bir kavanoz teraziye konuluyor. Buz eridiğinde ne gözlersiniz?” sorusunda alınan cevaplar doğrultusunda “Terazinin ibresi negatif yöne sapar; Terazinin ibresi pozitif yöne sapar; Sıcaklık 0 derecenin altına iner; Kavanozun sıcaklığı artar” kavram yanlışlarını tespit etmiştir. Yapılan bu araştırmada kütle korunumunda öğrencilerde maddeler karıştırıldığında genişir ve kütlesi artar, madde görünmediği için yok olmuştur ve büyük kısmında da kimyasal tepkimelerde kütle artacağı kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Bu kavram yanlışları temel fizik ve kimya bilgisinin eksik olduğunu göstermektedir. Öğrencilerde fizik alanında tespit edilen kütle kavramına ilişkin kavram yanlışları kütle korunumu kanununda da ortaya çıkmaktadır. Maddenin ısıtıldığında taneciklerinin büyüyeceğini, tanecik sayısının artacağını, kütlelerinin de değişeceğini ifade eden öğrencilerde kütle korunumu kanunun da ortaya çıkan kavram yanlışları birbirini desteklemektedir. Kütle korunumu kanununda da maddenin tanecikli yapısı konusu önem teşkil etmekte ve maddenin tanecikli yapısı ünitesinin diğer konuların da alt yapısını oluşturduğu bu araştırmada ortaya çıkmıştır.

“Maddeler ve ilgili kavram yanlışlarına baktığımızda durum birbiriyle ilişkili konuların olduğunu göstermekte. Çünkü fizikte madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar bilgisine sahip olan öğrenci kütle korunumunda da bir madde genişirse kütlesi artar bilgisini kafasında oluşturacaktır” (Ö3); “Atom kavramının ne kadar önemli olduğu fakat anlaşılmadığı için hangi kavram yanlışlarını doğurduğu ortaya çıkmaktadır. TIMSS maddelerinde birbirine bağlı olan bu konularda sonuç şu: maddenin tanecikli yapısı-atom ve atom altı parçacıklar fizik ve kimya alanının temelini oluşturmaktadır” (Ö2).

Tablo 20

Kütle korunumu konusunda belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin öğretmen görüşleri

Soru	Örnek ifadeler
İncelenen maddeler ve literatür çerçevesinde tespit edilen kavram yanlışları var mıdır? Görüşleriniz nelerdir?	... kimyasal tepkimelerde kavram yanlışlarının varlığını doğrudan söyleyebilirim. ... incelediğimiz iki soruda da kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bu maddelere göre kimyasal tepkimelerde kütle korunmasının ne demek olduğu anlaşılamamaktadır. ...Maddenin hal değişimi konusunda da maddenin ısı alıp verdiğinde atom sayısının artması, azalması, büyümesi veya küçülmesi şeklinde kavram yanlışları ortaya çıkmıştı. Bu kavram yanlışları öğrencide daha küçük sınıflarda oluşuyor ve sonrasında sekizinci sınıfta da kimyasal tepkimelerde işte bu kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olmaktadır.

Sonuçlarla ilgili olarak öğretmenlere ait doğrudan ifadeler:

Ö1: Kimyasal tepkimelerde kavram yanlışlarının varlığını doğrudan söyleyebilirim. Çünkü öğrenciler bilimsel bilgiden uzak kendi kavramları ve eksik bilgiden dolayı kendilerine göre farklı tanımlar üretmektedir. Özellikle günlük hayattan verilen örneklerin bilimsel boyutu derinlemesine tartışılmalıdır. Aynı zamanda kütle- yoğunluk ve hacim kavramlarında var olan kavram yanlışları bu konuyu da doğrudan etkilemektedir. Çünkü değişmeyen madde miktarı kütle olarak ifade edildiğinde kütlenin korunumu kanunu da daha iyi anlaşılması için bu kavramların iyi bir şekilde öğrencinin zihninde yapılandırması gereklidir. TIMSS sınavı incelenen maddeler aynı kazanıma aittir. Bu maddelerde öğrencilerin büyük kısmı kimyasal tepkimelerde kütlenin değişeceğini ifade etmiştir. Bu maddelere göre belirlenen kavram yanlışları “Kimyasal tepkimeye giren maddelerin kütlesi artar veya iki madde karıştırıldığında maddenin biri görünmediği için toplam kütle azalır- madde görünmüyorsa kütlesi de yoktur, kimyasal tepkime sırasında maddeler genleşir ve madde genleştiği için kütlesi de artar” kavram yanlışlarını ifade edebiliriz. Maddenin hal değişimi konusunda da maddenin ısı alıp verdiğinde atom sayısının artması, azalması, büyümesi veya küçülmesi şeklinde kavram yanlışları ortaya çıkmıştı. Bu kavram yanlışları öğrencide daha küçük sınıflarda oluşuyor ve sonrasında sekizinci sınıfta da kimyasal tepkimelerde işte bu kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olmaktadır.

Maddelerde benzer kavram yanlışısı ortaya çıkmıştır. Öğrenciler kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğunu algılayamamakta ve kendi zihinlerindeki gibi yorumlamaktadır. Bu iki maddeye göre ortaya çıkan kavram yanlışları kimyasal tepkimelerde maddelerin karışmasında madde görünmüyorsa yok olmuştur ve kütle azalır; kimyasal tepkimelerde maddeler karıştırıldığında madde genleşir ve kütlesi artar şeklindedir.

Ö2: incelediğimiz iki soruda da kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bu maddelere göre kimyasal tepkimelerde kütlenin korunumu kanunun anlaşılmasında öğrencilerde kimyasal tepkimelerde kütlenin korunmasının ne demek olduğu anlayamamaktadır. Bu maddelerden yola çıkarak belirlenen kavram yanlışlarını tekrar edebilirim.

İki madde karıştırıldığında bir maddenin görünmüyorsa yok olmuştur.

İki madde karıştırıldığında toplam kütle artar.

Bir maddenin genleşmesi kütleyi arttırır.

Maddenin hal değişimine ait maddelerde madde hal değiştirdiği zaman atom sayıları artar-azalır kavram yanlışları tespit edilmişti. Bu durumda kütlenin korunumuna ait kavram yanlışlarını destekler niteliktedir. “Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi” konu alanında tespit edilen kavram yanlışlarında “Bir madde (katı/sıvı/gaz) soğutulduğunda moleküllerin boyutu küçülür ve moleküllerin sayısı azalır.; Bir madde (katı/sıvı/gaz) ısıtılırsa tanecikler büyür ve sayıları artar. ; Bir madde ısıtıldığında kütlesi artar; Bir madde ısıtıldığında kütlesi

azalır.” Kavram yanlışları tespit edilmiştir. Öğrenciler hal değişimini kimyasal reaksiyon olarak tanımlamakta ve birbiriyle bağlantılı olarak kimyasal reaksiyonlarda kütle artar-azalır kavram yanlışları da oluşmaktadır. Bu maddelerde doğrudan kimyasal reaksiyonlarda kütle korunumuna ait eksik, hatalı bilgiden dolayı öğrenciler kendi yorumlarını katarak yanıt vermişlerdir. Bu yanıtlar dahilinde yukarıda belirttiğim kavram yanlışları vardır, diyebiliriz.

Ö5: Derslerimizde kütle korunumunda atom-molekül sayma işlemlerini yapıyoruz. Bu maddelere bakıyorum da bizler daha temel oturtmadan kütle korunumu işliyoruz. Öğrenciler iki kabı tek kaba doldurduğumuzda kap boşaldığı için toplam kütle azalır bilgisine sahip. S042104 maddesinde basit bir şekilde kütle korunumunu kanununu yazması gerekirken kimyasal tepkimelerde kütle azalır yazmış. Birçok öğrenci kimyasal tepkimelerde gaz açığa çıkar, köpürür vs gibi durumlarda kütle azalacağını ifade eder. Kendilerince haklılar çünkü buharlaşır ve kütle azalır fakat burada dikkat edilmesi gereken buharlaşan maddenin de dikkate alınması gerektiğinin vurgulanmasıdır. Birbirini takip eden kavram yanlışlarını görüyoruz. Aslında temel bilgi düzeyinin iyi oturması ve bunun üzerine konuların yapılandırılması gereklidir.

İlgili alan yazın ve maddeler doğrultusunda öğretmen görüşlerine göre maddenin tanecikli yapısının iyi anlaşılabilmesi, kütle, hacim kavramlarının öğrencide atom boyutuyla anlaşılabilmesi bu konuda da kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmuştur. Öğretmenlere göre

“Maddenin hal değişimi konusunda da maddenin ısı alıp verdiğinde atom sayısının artması, azalması, büyümesi veya küçülmesi şeklinde kavram yanlışları ortaya çıkmıştı. Bu kavram yanlışları öğrencide daha küçük sınıflarda oluşuyor ve sonrasında sekizinci sınıfta da kimyasal tepkimelerde işte bu kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olmaktadır.” (Ö6) görüşü araştırma sonuçlarını desteklemektedir.

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda Belirlenen Kavram Yanlışları.

Kimyasal Değişimler ünite başlığının Kimyasal değişimlerde madde ve enerji konusuna ilişkin belirlenen kavram yanlışları:

- Paslanma/yanma ve çürüme enerji gerektiren tepkimelerdir.
- Yumurtanın pişmesi ve suyun kaynaması olaylarında enerji açığa çıkar.
- Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, buhar çıkışı, koku oluşumu, terleme, herhangi bir değişim enerji açığa çıkışının göstergesidir.

Kimyasal tepkimelerde madde ve enerji konusunda incelenen maddelerde yüksek oranda başarısızlık söz konusu olmakla birlikte bu başarısızlığın devam ettiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda maddelerin incelenmesi ve maddeler arası ilişki kurulması sonucunda kimyasal tepkimelerde enerji nedir, enerji alan tepkime ile enerji açığa çıkaran

tepkimelerde gözlenen olaylar ve bu tepkimelerin ayırt edilmesine ilişkin başarısızlık mevcuttur.

Alan yazın incelenmesi ve öğretmen görüşleri sonucunda kimyasal tepkimelerde enerji alışverişinde kavram yanlışlarının varlığı tespit edilmiştir. Maddelerin değerlendirme yıl/lar, bilişsel boyut, öğrenme alanı ve hedef kazanımlara ait bilgi ve ilişkili kavram yanlışına ait bilgiler Tablo 20’ de verilmiştir.

2007 ile 2019 yılları arasında yayınlanan ve izinler dâhilinde alınan sorularda ilgili konuda dört madde incelenmiştir. TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığı olarak belirlenen madde bulunmamaktadır. İlgili maddeler birbirini desteklediği ve araştırma sonucunu bütünleştirdiği için kavram yanlışlıkları tespit edilmiş ve araştırmaya dahil edilmiştir. Kavram yanlışlığı tespit edilen maddeler S052063, S042112 diğer maddeler araştırma sonucunu desteklemesi amacıyla verilmiştir. Maddeler aynı kazanımla ilgili olduğu için madde künye tablosu sonuç tablosu ile birlikte verilmiştir.

Tablo 21

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda İncelenen Maddeler ve Sonuçlar

Madde-Kazanım: Bazı kimyasal reaksiyonların enerji (ısı ve/veya ışık) açığa çıkardığını, bazı reaksiyonların ise enerjiyi emdiğini ve belirli kimyasal reaksiyonları (yanma, nötrleştirme ve pişirme gibi) ısıveren ya da ısı gerektiren tepkime olarak sınıflandırır.						
Madde-Madde Kodu Başarı tablosu	Madde Değerlendirilmesi	Sonuçlarının	Belirlenen	Kavram		
Yayın izni olmayan Madde			Yanılırları			
Madde 1 (M1)S052063	Madde S052063 de bir verilen kimyasal tepkimelerin hangisinde enerji açığa çıktığı sorulmaktadır. Öğrencinin bu madde de kimyasal tepkimelerin neler olduğunu bilmesi ve enerji açığa çıkaran tepkimeleri de ayırt etmesi gerekir. Öğrencilerin %17-18'i suyun kaynaması; %16-14 yumurtanın pişmesi; %17-14 beyaz şekerin çözünmesi olarak yanıtlamıştır. Öğrencilerin %17-14'ü şekerin çözünmesi olarak yanıtlamıştır.		Yumurtanın pişmesi sırasında enerji açığa çıkar.			
Açıklama: Enerji açığa çıkan tepkimeler (suyun kaynaması, yumurtanın pişmesi, gaz lambasının yanması, şekerin çözünmesi)						
	N	DIFF	A	B	C	D
2011	990	47,3	17,5	16,2	47,3	16,9
IA	34262	46,9	27,4	9,2	46,9	13,2
2015	869	53,2	18,0	14,6	53,2	13,5

(Devam ediyor)

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda İncelenen Maddeler ve Sonuçlar

Madde-Madde Kodu	Madde Değerlendirilmesi	Sonuçlarının Belirlenen Yanılgıları	Kavram					
Başarı tablosu								
Madde 2 (M2): S032679	S032679 maddesinde öğrenciden beklenen yanıt kimyasal tepkime sırasında enerjinin açığa çıktığını gösteren olay sıcaklık artışı, ışık oluşumu, köpürme vb. Dikkat edilmesi gereken öğrencilerin özellikle sıcaklık artışından bahsetmeleridir. Sadece ses duyulması, patlama vb kod 11, ışık görülür, parlama olur kod12 olarak çizelgede gösterilmiştir. Kod 70-71 renk değişimi, buhar çıkışı, koku oluşumu gibi cevapları içerirken, Kod 79 öğrencilerin %43’ü “terleme, herhangi bir durumda değişiklik” yanıtlarını vermiştir.	Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, buhar çıkışı, koku oluşumu, terleme, herhangi bir değişim enerji açığa çıkışının göstergesidir.						
Açıklama: Kimyasal tepkime sırasında neler gözlenirse enerji açığa çıktığı anlaşılır?								
N	10	11	12	19	70	71	79	
2007	638	12	0	1,0	0,2	2,8	2,6	43,0
IA	640	9,0	2,1	3,3	1,4	6,5	2,6	34,4
2011	986	6,5	0,4	1,7	0,0	4,9	1,0	43,7
IA	34224	9,6	2,7	4,1	1,2	7,6	3,7	34,8
Madde 3: S042112	Madde S042112 de kimyasal olay sırasında dış ortamdan enerji alınan tepkime sorulmaktadır. Doğru yanıt “Bitkilerin fotosentez yapması” %57,9-56,2 oranındadır. Öğrencilerin yarısı bu soruyu doğru cevaplarken demir çivinin paslanması %11,2 -16, 9’dur%19-16 “Mumun yanması” olarak yanıtlamıştır. %10-11 “Sebzelerin çürümesi” yanıtı verilmiştir.	Paslanma/yanma ve çürümeye enerji gerektiren tepkimelerdir						
Açıklama:								
Dış ortamdan enerji alan kimyasal olaylar (Paslanma, yanma, çürüme, fotosentez)								
DIFF	A	B	C	D				
2007	57,9	11,2	19,0	11,3	57,9			
2011	56,2	16,9	16,0	10,5	56,2			

112

birbirini desteklemektedir. Bu maddelerin kavram yanlışlığını ortaya çıkarıp çıkarmadığını belirlemek amacıyla ilk olarak öğretim programlarında Kimyasal tepkimelerde enerji konuları ve öğretim programlarına göre hazırlanan ders kitapları incelenmiş ve yeterli kazanım ve içerik olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İlgili madde sonuçlarındaki başarısızlık ve maddelerin hepsinin bir bütün oluşturması, öğrencilerin eksik bilgiyle kendi kavramlarını oluşturabileceği düşüncesiyle öğretmen görüşleri alındıktan sonra konuya araştırmada yer verilmiştir.

Tablo 22

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusunda Belirlenen kavram yanlışlıklarına İlişkin Öğretmen Görüşleri

Soru	Kategori	Örnek ifadeler
İncelenen maddeler ve literatür çerçevesinde tespit edilen kavram yanlışlıkları var mıdır? Görüşleriniz nelerdir?	Yanma tepkimeleri genellikle enerji alan tepkimeler olarak görülür...	... yanma kavramı ile çocuk günlük hayattaki yanma olayını eşleştirmiş ve paslanma, solunum gibi kimyasal tepkimelerin yanma olduğunu kabul etmekte zorlanmaktadır. ... Öğrenciler yumurtanın pişmesi, suyun kaynaması sırasında enerji açığa çıkar yanıtını vermiştir. Bu durum önemlidir, çünkü su kaynarken buhar açığa çıkar, sıcaklık artar. Öğrenci bu durumu enerji açığa çıkartır olarak düşünebilir. Suyun kaynaması için enerjinin gerektiğini düşünemeyebilir. ... SP72x maddesinde gaz açığa çıkması %25 oranında gaz açığa çıkması sıcaklık artışına neden olur yanıtını vermiştir. Bu durumda öğrenci sıcaklık artışına neden olan, enerji açığa çıkan tepkimeleri bilmemekte ve kendi kavramlarını oluşturmaktadır.

Sonuçlarla ilgili olarak öğretmenlere ait örnekler şu şekilde ifade edilebilir:

Ö1: Aynı şekilde yanma tepkimeleri için enerji gerektiren tepkime kavram yanlışlığı vardır diyebiliriz. Çünkü yanma kavramı ile çocuk günlük hayattaki yanma olayını eşleştirmiş ve paslanma, solunum gibi kimyasal tepkimelerin yanma olduğunu kabul etmekte zorlanmaktadır. Kavram yanlışlıkları olan konular kimyasal tepkimeler ve kimyasal tepkimelere enerji konuları özellikle incelenmeli ve bu konuların atom- madde ilişkisi de kurulmalıdır. S052063 maddesinde şekerin çözünmesi kimyasal bir olay olarak ifade edilmiştir. Daha önceki madde ve konularda olduğu gibi bu maddede kimyasal ve fiziksel değişimlere ait kavram yanlışlıkları desteklenmektedir. Maddede hangi kimyasal olayda enerji açığa çıktığı sorulmuştur. Öğrenciler yumurtanın pişmesi, suyun kaynaması sırasında enerji açığa çıkar yanıtını vermiştir. Bu durum önemlidir, çünkü su kaynarken buhar açığa çıkar, sıcaklık artar. Öğrenci bu durumu enerji açığa çıkartır olarak düşünebilir. Suyun kaynaması için enerjinin gerektiğini düşünemeyebilir. Aynı şekilde benzer oranda yumurtanın pişmesi için de enerji açığa çıkar yanıtını

vermiştir. Öğrenci enerji dendiğinde ne olduğunu bilmiyor, çünkü derslerimizde eski programlarda enerji gerektiren tepkimeler, enerji açığa çıkan tepkimeleri işliyoruz fakat enerji olarak kastettiğimiz kavramları açıklamıyoruz. Bu kavramı açıkçası öğrenciye bırakıyoruz.

Ö2: TIMSS maddelerine göre öğrencilerin bağlantılı şekilde kavram yanılgıları mevcuttur. Kimyasal tepkimeleri bilmeyen öğrenci yanma tepkimelerini de bilmiyor. Yanma tepkimelerinin ne olduğunu bilmeyen öğrenciler enerji verir/alır kavramlarını da bilmiyor. Dolayısıyla günlük hayatta kullandıkları enerji kavramını kimyasal tepkimelerdeki endotermik ve ekzotermik tepkimeler konusuna aktarmaktadırlar. Bu durumda kavram yanılgıları ortaya çıkmaktadır. Dış ortamdan enerji alınması maddesinde öğrenciler özellikler paslanma, yanma ve çürüme için dış ortamın etkisini enerji olarak düşünmüşlerdir. Bu maddelerden yola çıkarak öğrencilerde enerji alan/veren tepkimelerde kavram yanılgıları vardır, diyebiliriz. S042100 maddesinde kimyasal tepkime gerçekleşirken gözlenen iki olay sorulmuştur. Öğrenciler kısa cevaplı bu maddede çözünme olayını kimyasal tepkimenin kanıtı olarak ifade etmiştir. Önceki konuları destekler niteliktedir. S062253 maddesinde atomların elektron alışverişi kimyasal reaksiyon olarak ifade edilmiştir. Aynı zamanda sıvı halden gaz hale geçme olayı da kimyasal reaksiyon olarak yanıtlanmıştır. Öğrencilerin kimyasal değişimler, kimyasal olaylar ve kimyasal tepkimelerde enerji alışverişine ilişkin eksik bilgi, kazanım eksikliği, içerikten yoksun olunması kavram yanılgılarına neden olmaktadır. TIMSS maddesinde gaz açığa çıkması %25 oranında gaz açığa çıkması sıcaklık artışına neden olur yanıtını vermiştir. Bu durumda öğrenci sıcaklık artışına neden olan, enerji açığa çıkan tepkimeleri bilmemekte ve kendi kavramlarını oluşturmaktadır. Bu maddede de 2019 yılında öğrenciler nötrleşme tepkimelerinin enerji açığa çıkaran tepkime olduğunu bilmemektedir.

Ö3: Öğrencide enerji kavramının altını doldurmak gereklidir. Bu maddeler bana göre tehlikeli maddeler çünkü kimyasal tepkimeleri bilmesi, kimyasal tepkimelerde meydana gelen olayları ayırt edebilmesi ve bununla birlikte enerji kavramının da altını doldurması gerekir. Burada biz öğretmenler farkındalık yaratmakla mesulüz. Aslında birçok öğretmen bile bu kavramları ayırt edemeyebilir. Çünkü bu kavramları biz topyekûn öğretiyoruz. Özellikle maddelerde kimyasal tepkimeler ve kimyasal tepkimelerde enerji kavramlarının ayırt edilmesine yönelik bilginin ortaya çıkarılmasına yönelik hazırlanmış. Sorulardan bahsederken bende derslerde bunların ayırt edilmesine dikkat etmediğimi ve önemini fark ettim. Kimyasal olaylar, kimyasal tepkimeler ve enerjiye yönelik kavramlar iç içe geçmiş durumda.

Öğretmenlerle yapılan görüşmeler doğrultusunda öğrencilerin kimyasal tepkimelerde enerji kavramının neleri içerdiğini bilmemesi enerji alan ve enerji veren tepkimelerde de meydana gelen olayları açıklamada yetersiz kalmasına neden olmaktadır. 2011 yılında S032679 maddesinde başarı oranı %6,5'tir. Öğrenciler enerjinin ne anlama geldiğini bilmediği için enerji alan veren tepkimeleri de nitelendirememektedir. Özellikle yanma tepkimeleri için enerji gerektirir bilgisi mevcuttur. Bu durumu paslanma ve

yanmanın dışardan etki ile olduğunu düşünüp bunu enerji ile birleştirmiş olabilirler. Öğretmenlere göre “Öğrenci enerji dendiğinde ne olduğunu bilmiyor, çünkü derslerimizde eski programlarda enerji gerektiren tepkimeler, enerji açığa çıkan tepkimeleri işliyoruz fakat enerji olarak kastettiğimiz kavramları açıklamıyoruz. Bu kavramı açıkçası öğrenciye bırakıyoruz (Ö4).” görüşü ile enerji kavramının kimya alanında kimyasal tepkimeler konusunda enerji ile ne kastedildiğine ilişkin belirsizlik öğrencilerde kavram yanılgısının varlığını desteklemektedir.

Kimyasal tepkimelerde enerji alan ve enerji veren tepkimelerin ayırt edilmesi öğrenciler tarafından oldukça zordur. Maddeler üzerinden gidersek suyun kaynamasında öğrenciler buhar çıkışını doğrudan enerji olarak kabul eder. Yumurtanın pişmesinde ise yumurta ısınır, pişer onu da sanki pişme sırasında enerji açığa çıkıyormuş gibi kabul eder. Enerji alan/veren kimyasal tepkimeler bizim öğretim programlarımızda zamanla eriyen konulardır. Öğrenciler kimyasal tepkimeleri ayırt edecek ve bunların hangisi enerji alır, verir bilecek. Birden fazla beceri gerektiriyor. S042x maddesinde kimyasal enerji alan kimyasal tepkime sorulmuştur. Seçeneklerde hepsi bir kimyasal tepkimedir. Yarı yarıya başarı mevcuttur. Fakat çürüme, paslanma ve yanma olayları için öğrenci enerji alan tepkime yanıtını vermiştir. Bunların hepsi yanma tepkimesidir, mumun yanmasının yüksek olmasının nedeni öğrenciler yanma olayında dışarıdan yapılan müdahaleyi göz önüne alıyorlar. Derslerde özellikle bu konuları önceden işlediğimizde -Ama mumu biz yakıyoruz- yanıtını çok veriyorlar. Belki de geniş çaplı kazanımlar olmayınca eksik öğreniyorlar. Şimdi de olsa aynı yanıtı veren çok öğrenci olur (Ö4).

Öğrencilerde özellikle yanma tepkimeleri enerji alan tepkime olarak görülmektedir. Çünkü öğrenciler yemek yaparken ya da odunun yanması, kömürün yanması gibi olayların başlangıcı için maddelere enerji verdikleri için bu tepkimeleri genelde enerji alan tepkimeler olarak açıklamaktadırlar. Bu durum özellikle derslerde karşımıza çok çıkıyor (Ö7).

Özetle öğretmenler kimyasal tepkimelerde enerji alan ve enerji veren tepkimelerin öğrenciler tarafından karıştırıldığını ifade etmekte ve kavram yanılgılarının varlığını destekleyen görüşleri paylaşmaktadırlar.



Şekil 17. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna Yönelik Öğretmen Görüşleri

S052x maddesinde kimyasal süreç sırasında enerji açığa çıkan olay sorulmuş ve öğrenciler suyun kaynaması, yumurtanın pişmesi ve şekerin suda çözünmesini benzer oranlarda yanıtlamışlardır. Bu maddede özellikle suyun kaynaması ve şekerin suda çözünmesini kimyasal süreç olarak ele almaları önemlidir. Suyun kaynaması sırasında buhar oluşumu öğrencilerin bunu enerji çıkışı olarak yanıtlamalarında etkili olmuş olabilir. Burada birden fazla yanlış bilgi olduğu için ve açık uçlu bir madde olmadığı için sadece yumurtanın pişmesi yanıtı ele alınmıştır. Öğrencinin suyun kaynaması ve şekerin suda çözünmesini hangi bilgiyle cevapladığını açıklaması zordur

Öğrenciler suyun kaynaması ve yumurtanın pişmesi sırasında ısı açığa çıkması, buhar oluşumu vb olayları enerji olarak kabul edip günlük hayattaki deneyimleri ile yanıtlamışlardır. Dikkat edilmesi gereken durum yumurtanın pişmesi ve suyun kaynaması için ocak, tüp vb kaynaklardan elde edilen ısıdan faydalanırız. Özellikle enerji açığa çıkan

tepkimelerde ısı çıkışı-sıcaklık artışından bahsedildiği için öğrenci ısı çıkışını kimyasal tepkimenin kendiliğinden ortaya çıkan ısı ile ısı kaynaklarından elde edilen ısı ile karıştırabilir.

S032x maddesinde de enerji kavramına örnek verilmesi istenmiş ve öğrencilerin %90 ı cevap verememiştir. Öğrenciler enerji alan-veren tepkimeleri %50 oranında doğru yanıtlarken enerji nedir kavramını %10 yanıtlayabilmektedir. Aynı zamanda paslanma, çürüme olaylarının da yanma tepkimesi olduğunu bilen bir öğrenci doğrudan D seçeneğini işaretleyebilir. Dolayısıyla öğrencilerin %42 si paslanma, çürüme ve yanma olaylarının farklı olaylar olduğunu düşünmektedir. Sonuç olarak enerji kavramının neleri içerdiğini anlayamayan bir öğrenci enerji alan veren tepkimeleri de ayırt edememektedir.

S042x maddesinde öğrenciler bitkilerin fotosentez yapmasında enerji gerektirdiğini daha yüksek oranda cevaplamıştır. %57-58 oranında başarı olmakla birlikte öğrenciler enerji veren tepkimelerde mumun yanmasına yönelik oran azalırken paslanma yanıtını veren öğrenci oranında artış görülmüştür. *“Öğrencilerin bitkilerin fotosentez yapmasında daha başarılı olması aslında göstergedir. 2007 ve 2011 yılında diğer soruları kıyaslarsak başarılıdır diyebiliriz. Çünkü derslerimizde özellikle fotosentez de tepkimeye doğru okla çizilen-enerji- kavramı öğrencilerin başarısında artış sağlamıştır. Bu durumda demek ki derslerimizde yaparsak oluyor”* (Ö3). *“Genellikle enerji konusu biyoloji ve fizikte daha iyi anlaşılırken kimya alanında daha soyut kalıyor. Fotosentez sorusunda başarı manidar, çünkü öğrenciler canlıların enerji aldığını daha iyi kavlıyor. Özellikle tepkimelerde enerji konusu nerdeyse belirsiz kalıyor”* (Ö5).

Sonuçlara göre öğrenciler enerji kavramının ne olduğunu ayırt edememekte ve terleme, koku oluşumu, renk değişimi ya da herhangi bir değişimi enerji olarak kabul etmektedir. Lin ve Hu (2003) çalışmalarında öğrencilerin enerji akışı ve madde döngüsünü anlamaları üzerine odaklanmışlardır. Ayrıca enerji kavramının yedinci sınıfta biyoloji ağırlıklı işlendiği ve fizik açısından öğretime dokuzuncu sınıfta geçildiğinden, öğrencilerin enerjiyi daha çok biyolojik açıdan değerlendirip yorumlamaya yöneldikleri görülmüştür. Alan yazında doğrudan kimyasal tepkimelerde enerji alan-veren tepkimelere ilişkin araştırma olmamakla birlikte enerji kavramına ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır.

Enerji akışı ile birlikte birçok konuyu da kapsayan Lin ve Hu’ nun yaptıkları çalışmadan tam 17 yıl önce, 17-18 yaşlarındaki biyoloji öğrencilerinin enerji akışı ile ilgili düşünceleri Gayford (1986) tarafından da tespit edilmeye çalışılmıştır. Gayford öğrencilerin biyolojik süreçlerde, enerjinin dönüşümlerinden ziyade *“enerji kullanılır ya*

da oluşturulur” ifadesini kullandıkları ve genel olarak enerjinin sadece canlı organizmalarda bulunduğuna inandıklarını tespit etmiştir. Diakidoy ve Iordanou (2003) çalışmalarında, öğretmen ve üniversite öğrencilerinin enerji kavramını anlamalarını belirlemeye ve ön kavramlarını önceden tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışmaya 1-38 yıl arası deneyimi olan 36 öğretmen ile 69’ u birinci, 57’ si ise dördüncü sınıftan toplam 126 üniversite öğrencisinden oluşan 172 kişi katılmıştır. Katılımcıların enerji kavramını anlamalarını değerlendirmek için 27 maddeden oluşan doğru yanlış testleri kullanılmış ve Enerji ve güç arasındaki ayırımın iyi yapılamadığı, Enerjinin sadece yaşayan organizmalarda bulunduğu ısrar edildiği tespit edilmiştir. Kruger, öğrencilerdeki enerji fikrinin gelişiminde onların düşebilecekleri yanılgıları bilen deneyimli rehberlere ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca öğrencilerin, rehber işlevi görecektir bu öğretmenlerin birikiminden faydalanmalarının yanı sıra enerji konularında “bilme, anlama ve tanımlama” yeteneklerini de elde etmeleri gerektiğini belirtmektedir.

Enerji konularının öğretimde geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adayların cephesinde yaşanan problemleri ve bunlara sunulabilecek çözüm önerilerini ortaya koymaya çalışan Kruger’ den farklı olarak Duit (1984) çalışmasında, konuyu öğrenci açısından ele alarak araştırmasına yön vermiştir. Duit, 6.-10. sınıf öğrencilerinin enerji kavramını ne derece öğrendiğini anlamaya yönelik Talisayon ile birlikte geliştirdikleri bir anketi Manila ve Kiel’ de eğitim veren okullarda uygulamıştır. Çalışmaya Manila’ dan 87 6. sınıf, 89 10. sınıf, Kiel’ den ise 147 6. sınıf, 67 8. Sınıf ve 171 10. sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre birçok öğrenci fen dersi almış olsalar bile açıklamalarını günlük deneyim ve konuşma dilini kullanarak yapmaktadırlar.

Enerjinin korunumunu kimya boyutuyla ele alan Brook, Briggs ve Driver (1984), 15 yaşındaki çocukların ancak 20’ de 1’ inden daha azının yazılı cevaplarında “*kimyasal reaksiyonlarda enerjinin korunumu*” hakkındaki düşünceleri kullandığını belirlemişlerdir. Bu prensip doğrudan sorulduğunda, öğrencilerin 3’ te 2’ si, “*Enerji tüketilir veya kaybolur*” şeklinde cevap vermişlerdir [78]

Ross (1993)’ ta yaptığı çalışmada çok sayıdaki öğrencinin “*kimyasal bağ koptuğu zaman enerji açığa çıktığını*” düşündüklerini belirtmektedir. Araştırmacı, bu yanlış kavramın, öğrencilerin “*yakıtlar enerji içerir*” deyimini düşünmeden ezberleyerek öğrenme yoluna gittikleri, yakıt ile enerji arasında güçlü bir ilişki kurmaya başladıkları zaman bu yanılgının geliştiğine inanmaktadır. Bu düşüncenin, öğrencilerin “*yakıt bir enerji deposudur*” fikri ile kimyasal bağlar arasında bir ilişki kurması ile daha da gelişeceği düşünülmektedir.

Öte yandan Ross (1993)' un yaptığı çalışmayı destekler nitelikte Barker (1995) tarafından 16 yaşındaki öğrenciler ile yapılan çalışmada, öğrencilerin metan yandığı zaman enerjinin nereden geldiği sorusuna verdikleri cevaplarda “enerji alevden gelir” “*yakıtlar enerji depolarıdır*” kavram yanlışlarını tespit etmiştir. Carr ve Kirkwood' a göre Enerji soyut bir kavram olduğundan öğretimi çok zordur ve öğrenciler onu genelde maddesel olarak bir materyal gibi ya da yakıt, kömür vb. gibi bir madde içinde depolanmış olarak düşünmektedirler (Aktaran: Özcan, 2006). Lijnse (1990) araştırmasında öğrencilerde “yanma ile enerji açığa çıkar ve enerji bir isı yapmak veya bir kişiyi hareketlendirmek için gereklidir” kavram yanlışını tespit etmiştir. S052063 maddesinde de benzer şekilde öğrenciler suyun kaynaması ve yumurtanın pişmesi sırasında enerji açığa çıkar yanıtını vermiştir. Öğrenciler buhar çıkışını ya da yumurta pişirme sırasında ocağın yanması sırasında alevleri enerji çıkışı olarak eşleştirmiş olabilir. S032679 maddesinde öğrenciler yüksek oranda terleme ile enerji açığa çıktığını ifade etmişlerdir.

Gerek fizik, kimya ve biyoloji gerekse yalnız kavram açısından enerjiye ilişkin birçok konu alanında öğrencilerin perspektifinden bilimsel doğrulardan uzak yanlışların durum tespitinin yapıldığı alan yazından hareketle öğrenciler kimyasal tepkimelerde enerji alan- enerji veren tepkimeleri ayırt etmede zorlanmakta ve enerji kavramının ilgili konuda içini doldurmakta başarısız olmakla birlikte günlük hayatta karşılaştıkları şekilde yanıt vermektedirler

Enerji kavramı fen bilimleri alanında oldukça sık kullanılan bir kavramdır. Biyoloji de fotosentez- solunum, fizik alanında kinetik, potansiyel enerji, kimya alanında madde ve enerji konularında enerji kavramı kullanılmaktadır. Bu durumda enerji kavramına farklı alanlarda yüklenen anlamın detaylı olarak açıklanması ve ne kastedildiğine vurgu yapılması önemlidir. Okulda öğretimi zor bir konu olarak tanımlanan enerji konusunun, Jennison ve Reis (1991)' in, “*Herkes enerjiyi biliyor mu?*” isimli çalışmalarında öğrencilerin enerji konusunda çok fazla kargaşa yaşadıklarını ortaya çıkarmışlardır. Yine öğretmenlerden alınan görüşlere göre öğrencilerde eksik bilgi, kazanım eksikliği ve ders kitaplarının da gerekli içerikten yoksun olması kavram yanlışlarına neden olmaktadır.

Kurt (2013) çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının enerji hakkındaki kavramsal yapılarını ve enerjiye karşı tutumlarını belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla yazma-çizme, tutum ölçeği kullanarak veri toplamıştır. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının enerji ile görüşlerinin yüzeysel olduğu sonucunu çıkarmıştır. Yıldırım, Işıktaş ve Yıldırım (2020) farklı disiplinlerdeki öğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik

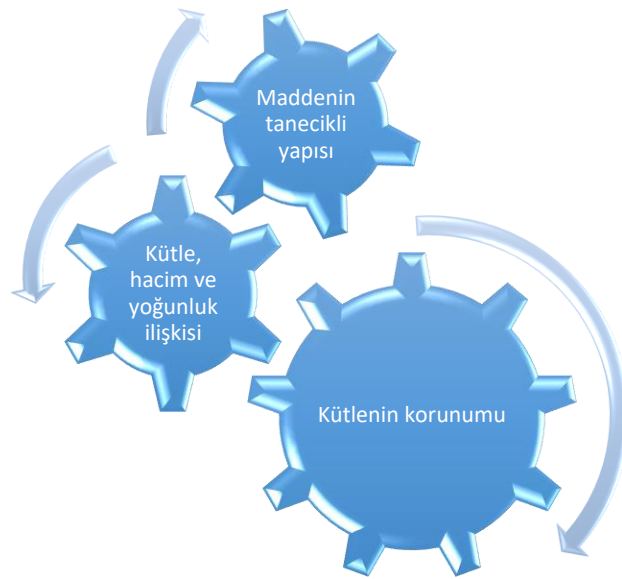
algılarını belirlemeye yönelik çalışmasında öğretmen adaylarının enerjiyi genellikle iş yapabilme yeteneği olarak tanımladıklarını belirlemiştir. Disipline bağlı olmaksızın öğretmen adaylarının enerjiyi benzer şekilde tanımlamaları, bu tanımın kısa ve yıllardır süre gelen, ezberlenmesi kolay olmasından kaynaklanabilir.

Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelek (2009)' in ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavram yanlışlarına yönelik araştırmasında öğrencilerin enerji kelimesini ilk duyduklarında zihinlerinde oluşturduğu kavramların sekizinci sınıfa doğru azaldığı ve özellikle sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinlerinde enerji ile ilgili net bir ifadenin bulunmadığını ortaya çıkarmıştır. Buna göre öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar takip ettikleri öğretim programlarına göre değişim göstermiştir. Aynı şekilde enerjinin resmini çizen öğrenciler altıncı sınıfa göre yedinci sınıfta artarken sekizinci sınıfta daha az başarılıdır. Bununla birlikte enerji kavramına yönelik sorulara daha çok fizik alanına bağlı olarak yanıt verilirken kimya alanı ile ilişki kurmada öğrenciler oldukça başarısızdır.

Enerji disiplinler arası bir kavramdır ve fen bilimlerinde birçok kavramla doğrudan veya dolaylı ilintilidir. İlköğretim Fen ve Teknoloji dersinde 4. sınıftan itibaren yer almıştır. Bu bağlamda, 4. sınıf öğretim programında öğrencinin elektriğin “bir enerji çeşidi olduğunu fark eder” kazanımıyla giriş yapılmıştır. 5. Sınıfta enerji kavramı güneş, ısı ve yanma enerjisi ile ilişkilendirilmiştir. 8. Sınıfta ise elektrik enerjisinin üretimi, nakli ve dağılımı konusu ünitenin amaçları (yeni programda kazanım) arasında yer almaktadır (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelek, 2009). Papadouris, Constantinou ve Kyratsi'e (2008) göre enerji öğretimi önemli kılan başlıca iki neden bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; enerjinin, fiziksel sistemlerin davranışlarının yorumlanmasına ve bu davranışlarla ilgili öngöründe bulunulmasına olanak veren temel ve olaylar arası geçişsel bir anlamsal yapıya sahip olmasıdır. İkincisi ise; enerjinin, enerji kaynağı, dağıtımı, kullanımı, yakıt tüketimi, taşıma ekonomisi ve beslenme gibi sosyo-bilimsel konularda merkezi bir rol oynamasıdır (Hinrichs & Kleinbach, 2002). Enerji kavramının önemli bir özelliği ise disiplinler arası bir kavram oluşudur. En genel tanımıyla enerji kavramı fizik ders kitaplarında iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Trefil & Hazen, 2004). Aynı zamanda enerji kavramı; hareket ederken, ısınırken ve aydınlanma için kullanılan; ses, ısı ve ışık gibi etkileriyle hissedilen ve hesaplanabilen; kinetik, potansiyel, elektrik, ısı ve nükleer enerji gibi çeşitleri bulunan bir büyüklük olarak tanımlanır (Şahan & Tekin, 2007: s. 83). Biyoloji konularında enerji; canlıların yaşaması için gerekli olan ve temel kaynağının güneş olduğu bir kavram olarak tanımlanır (Sağdıç, Bulut, Korkmaz, Börü, Öztürk &

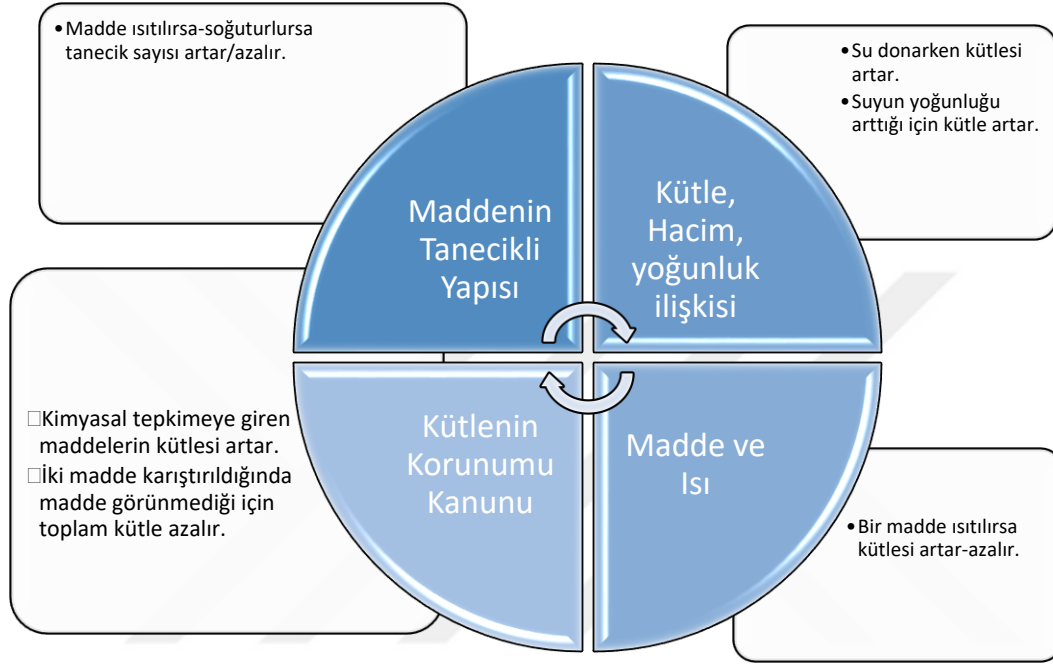
Cavak, 2007: s. 38). Ayrıca doğadaki enerji dönüşümü biyolojinin temel konusu olarak kabul edilir (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006). Kimya konularında ise enerji, kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kırılması için gereken ve yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı olarak tanımlanmaktadır (Karaca ve Göktan, 2007: s. 77). Ayrıca kimyasal enerjinin elektrokimyasal pillerde elektrik enerjisine dönüştüğü açıklanmaktadır (Kızıldağ vd, 2007: s. 94).

Yalçinkaya, Taştan ve Boz (2009)' un araştırmasına göre kimyasal tepkimelerde enerji ile ilgili kavram yanlışları “Kendiliğinden gerçekleşen bütün tepkimeler ekzotermiktir; Isı bir şeyi daha güçlü yapar böylece daha kararlı hale getirir; dolayısıyla bir tepkime ekzotermik ise ürünler girenlerden daha kararlıdır, çünkü onların yaydıkları ısıdan kaynaklanan güçleri vardır; Tüm yanma tepkimeleri sonucunda her zaman karbondioksit ve su oluşur; Enerji değişiminin pozitif olduğu durumlarda daha çok ürün elde edilir” şeklindedir. Tüm bunlardan dolayı enerji kavramı fiziksel, kimyasal ve biyolojik boyutlarıyla ele alınması gereken bir kavramdır (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1999). Bunun yanı sıra ilköğretim seviyesindeki diğer kavramlarla karşılaştırıldığında daha yüksek düzeyde düşünme gerektiren bir kavram olduğu açıkça görülmektedir (Ogborn, 1990). Enerji kavramı, öğrencilerin yapılandırmakta en fazla zorluk yaşadıkları kavramlardan biridir (Stylianidou, Ormerod ve Ogborn, 2002). Literatürde farklı seviyelerdeki öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili öğrenme zorluklarını ve sahip oldukları kavram yanlışlarını saptamaya yönelik olarak yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Amettler ve Pinto, 2002).



Şekil 18. Kavram Yanlışlarının Birbirine Etkisi

Öğretim programları maddenin tanecikli yapısı, atom, maddenin halleri, madde ve ısı bağlamında ele alındığında özellikle temel kavramlar arasında ilişki kurulamadığı belirlenmiştir. Fizik alanında belirlenen kavram yanlışları Kimya alanında da ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda belirlenen kavram yanlışlarına ait ilişki Şekil 18’ de verilmiştir.



Şekil 19. Fizik ve Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanlışlarının İlişkisi

Şekil 19’ da görüldüğü gibi belirlenen kavram yanlışlarının Fizik ve Kimya alanında birçok farklı konularında ortaya çıktığı ve birbirleriyle oldukça ilişkili olduğu tespit edilmiştir. İlgili konu ve kazanımlar incelendiğinde öğretim programlarında ilgili kavram yanlışlarını giderecek düzenlemeye gidilmediği görülmektedir.

TIMSS sınavında en başarılı ülkeler arasında yer alan Hong Kong’ un fen bilimleri öğretim programında madde, enerji ve yaşam konuları arasında ilişki kurularak içerik hazırlanmıştır. Özellikle madde, atom ve molekül kavramlarına mikroskobik ve makroskobik olarak yer vermiş ve enerji kavramını her bir konu başlığında ayrı ayrı incelemiştir. Bu anlamda kavramlar arasında ilişki kurabilmede daha başarılı olmuştur. Singapur fen öğretim programında ele aldığı altı başlıkta “Enerji” kavramına ayrıca yer vermiştir. Türkiye fen öğretim programında enerji konusuna ayrıca yer vermezken ünitelerin içerisinde birbirinden bağımsız olarak ele almıştır.

Biyoloji Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları

TIMSS 2007-2019 yılları arasında 99 madde incelenmiş ve en çok yanlış yapılan, yanlışların yıllara göre devam ettiği ve uluslararası ortalama puanın altında kalan maddeler tespit edilmiştir. Bu bağlamda Canlıların Sınıflandırılması ve Hücre ve Hücrenin Görevleri konularında kavram yanılgılarının varlığı tespit edilmiştir. Canlıların Yaşam Döngüsü ünitesinde Canlıların Sınıflandırılması konusu ve Hücre ve Hücrenin Görevleri ünitesi araştırmaya alınmıştır.

Canlıların Sınıflandırılması Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları.

Canlıların sınıflandırılmasına yönelik diğer maddeler incelendiğinde birbirleriyle bağlantılı maddelerin olması ve genellikle balıklar, kurbağalar ve sürüngenlerin deri ve solunum türüne odaklanılması kavram yanılgılarının varlığını ortaya çıkarmıştır. Kavram yanılgılarının varlığını tespit etmek amacıyla öğretim programları ve ders kitapları detaylı olarak incelenmiş sonra maddeler tekrar değerlendirilmiştir. 2007 ve 2015 yılları arasında omurgalı canlılara ait deri yapısı ve solunum türüne ait maddelerde genel olarak balık, kurbağa ve sürüngenlerin özelliklerine yönelik kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Maddeler arasında açık uçlu soru bulunmaması ve çoktan seçmeli maddeler üzerinden değerlendirme yapılması nedeniyle kavram yanılgılarını belirlemede özellikle öğretim programları ve ders kitaplarının incelendikten sonra derin bir alan yazın incelenmiş ve altı öğretmen ile görüşme yapıldıktan sonra konu araştırmaya dâhil edilmiştir. Özellikle balık, kurbağa ve sürüngenlere yönelik seçenekler araştırmaya dahil edilirken, memeli ve memeli sınıfına yönelik maddeler bir araya getirilemediği için araştırmada yer verilmemiştir. Dokuz maddeden beş madde için ortak soru omurgalı canlıların solunum türü olduğu için araştırmada belirlenen kavram yanılgıları omurgalı canlıların solunum türü olarak tespit edilmiştir.

Omurgalı canlıların solunum türüne ait belirlenen kavram yanılgıları:

- Balıklar akciğer solunumu yapar./ Balıklar erken dönemlerinde solungaç solunumu yapar.
- Somon akciğer solunumu yapar.
- Kuşların akciğer organı ile kurbağaların kalp, böbrek ve karaciğer organları benzerdir.
- Kurbağa, örümcek ve aslanın solunum türü aynıdır.

- Hem suda hem karada yaşayanlar sadece akciğer solunumu yapar
- Sürüngenler erken dönemlerinde solungaç solunumu yapar/Timsah deri solunumu yapar.

- Memeliler erken dönemlerinde solungaç solunumu yapar
- Balina deri solunumu yapar.

Tablo 23’de araştırmaya alınan dört maddeye erişim linki ve madde bilgileri verilmiştir.

Tablo 23

Canlıların Sınıflandırılması Konusunda İncelenen Maddeler

Madde	Madde Sonucu					
M1-S042b						
2007 TIMSS	N	DIFF	A	B	C	D
Açıklama: Pulları olan ve gaz alışverişinde akciğerlerini kullanan hayvan sınıfı (Balık, Kurbağa, Memeliler, Suda ve karada yaşayanlar)	2007 633	12,6	56,7	12,6	8,4	21,9
	IA 638	28,5	41,5	28,5	9,1	19,7
https://pisavetimsssinavlarlari.wordpress.com/2012/01/22/timss-2007-sorulari/						
M2-S042bb	N	DIFF	A	B	C	D
2011TIMSS Yayınlanan Madde	2007 647	27,6	12,6	27,6	27,8	29,5
Açıklama: Kurbağalarda, kuşların akciğer fonksiyonuna karşılık gelen organ	IA 636	41,6	15,9	41,6	14,3	26,8
	2011 983	28,1	19,2	28,1	28,1	21,4
	IA 34226	43,2	16,7	43,2	14,7	23,9
https://pisavetimsssinavlarlari.wordpress.com/2012/01/22/timss-2011-sorulari/						
M3-S062x	N	DIFF	A	B	C	D
Açıklama: Pulsuz deri, kabuksuz yumurta ve erken dönemde solungaç solunumu yapan hayvan sınıfı (Memeli, İki yaşamlılar, Sürüngenler, Balıklar)	2015 870	25,7	14,0	25,7	28,7	31,2
(EK-1, 5. Madde)	IA 36172	50,0	11,0	50,0	14,0	22,8
https://www.timss-sa.org/publication/timss-2019-south-african-item-diagnostic-report-grade-9-science						
M4- S042b2	N	DIFF	A	B	C	D
Açıklama: Oksijen ve karbondioksit değişiminin deri ve kan aracılığıyla meydana gelen canlı (somon, kurbağa, balina ve timsah)	2007 648	37,1	21,1	37,1	19,5	19,4
	IA 638	47,8	17,4	47,8	22,2	12,2
	2011 984	29	24,6	29	21,8	20,8
	IA 34180	48,2	15,1	48,2	20,6	13,1
	2015 861	31,6	19,7	31,6	23	24,5
	IA 35962	47,3	16,1	47,3	20,5	13,7

Tablo 23’ de madde S042b de pulları olan ve solunumda akciğerlerini kullanan hayvanın yer aldığı canlı sınıfı sorulmuştur. Pulları olan ve akciğer solunumu yapan canlı sınıfına en çok % 56,7 balık yanıtı verilmiştir. Pulları olan canlılar olarak sadece balıklar bilinirken sürüngenlerin de pullu olduğu bilinmemektedir. “Pulları vardır” ifadesi öğrencileri balık seçeneğine götürmüştür. Fakat “akciğer solunumu yapar” ifadesi ile dikkat edilmesi gereken nokta “sürüngen” cevabıdır. % 22 derileri pullu olan ve akciğer solunumu yapan canlı sınıfı hem suda hem de karada yaşayanlar olarak cevaplanmıştır. Aynı şekilde Güney Afrika Item-by-item analysis raporunda bu maddede başarı oranı % 19,6 iken öğrencilerin %40’ı D seçeneğini -balık- işaretlemiştir. Bu durumda Güney Afrika öğrencileri farklı organizmaların özelliklerini yeterince ayırt edemiyorlar (Dempster vd., 2022). Bu açıklamaya göre öğrenciler solungaç solunumu kavramı ile erken dönemde solungaç solunum ifadelerinde yanılgıya düşmektedirler. Her iki madde de öğrenciler sürüngen, balık ve kurbağaların özelliklerini tam olarak kavrayamamakta ve karıştırmaktadır. Özellikle deri yapısı ve solunum çeşidi öğrencilerde yanılgıya sebep vermektedir.

Madde S042bb de kuşların akciğerlerinin işlevini kurbağaların hangi organının yerine getirdiği sorulmaktadır. Öğrenciden beklenen kuşların akciğerleri ile solunum yaptığı ve kurbağalarında deri solunumu da yaptığını bilmesidir. Çizelge incelendiğinde yıllara göre sırasıyla öğrencilerin %27,6- 28,1’ i doğru yanıt vermiştir. Öğrencilerin yaklaşık dörtte biri karaciğer ve dörtte biri kalp yanıtını vermiştir. Öğrenciler canlılara ait özellikleri karşılaştırmada başarısız olmuştur, aynı zamanda kurbağaların ne tür solunum yaptığı da öğrencilerin büyük bölümü tarafından bilinmiyor, denilebilir. C seçeneğinde ise her iki yılda da cevaplanma oranı doğru yanıt verme oranıyla aynıdır. Öğrenciler karaciğer organını akciğer ile eşleştirmiştir. Aynı zamanda kalp organını da kurbağaların solunum organı olarak işaretlemişlerdir. Buna göre öğrenciler sınıflandırma da canlılar arasında benzerlik ve farklılıklarını ilişkilendiremiyor, organların işlevlerine yönelik çıkarım yapamıyorlar.

S06X maddesinde bir canlıya ait özelliklerden pulsuz ve pürüzsüz bir deriye sahiptir, erken dönemde solungaç solunumu yapar, kabuğu sert olmayan yumurtaları bulunur, bilgileri verilmiş, bu canlının hangi sınıfta bulunabileceği sorulmaktadır. Öğrenciler %28,7 oranında sürüngen; %31,2 oranında balık yanıtını vermiştir. %25,7 doğru yanıt olan kurbağalar yanıtı mevcuttur. Kısmi olarak doğru cevap içerse de (kabuğu sert olmayan yumurta) çok belirgin olarak pulsuz deri ifadesi ve erken safhalarda solungaç solunumu ifadeleri sekizinci sınıf öğrencilerini balık seçeneğinden

uzaklaştırmak için yeterli olmalıdır. S042b maddesinde pullu olduğu için doğrudan balık yanıtını veren öğrenciler 2015 S06X maddesinde de balıkların pulsuz bir deri yapısına sahip olduğunu kabul ederek, erken dönemde solungaç solunumu yapar bilgisini ayırt edememiştir. Bu durum öğrencilerde kurbağalar, sürüngenler ve balıkların solunum türlerine ilişkin kavram karmaşası yaşamakta ve “sürüngenler ve balıklar pulsuzdur ve erken dönemlerinde solungaç solunumu yapar” kavram yanılığısına sebebiyet vermektedir.

S042b2 maddesinde oksijen karbondioksit değişiminin hangi canlıda deri ve kan aracılığıyla olduğu sorulmuştur. Öğrenciler yıllara göre artan oranda balina ve timsah yanıtını vermiştir. Yani öğrenciler balinanın memeli olduğunu ve memeli canlıların akciğer solunumu yaptığını, timsahların sürüngen olduğunu ve sürüngenlerin akciğer solunumu yaptığını bilmemektedir. Benzer oranda öğrenciler bu maddeye somon cevabını vermiştir. Somon balıklar sınıfındadır ve solungaç solunumu yapar. Öğrenciler canlıların hangi sınıfta olduğunu ve bu canlıların da solunum türünü bilmemektedir. Diğer maddelerle birlikte incelendiğinde bu madde de belirlenen kavram yanılığları;

- Somon deri solunumu yapar.
- Balina deri solunumu yapar
- Timsah deri solunumu yapar, olarak belirlenmiştir.

Alan yazında “Canlıları Sınıflandırılım” konusu ile ilgili her yaş seviyesindeki öğrencilerde pek çok kavram yanılığı olduğu rapor edilmektedir. Keleş ve Aydın (2012) tarafından yapılan araştırmada omurgalı ve omurgasız hayvanların sınıflandırılmasına ilişkin çalışmalardan elde edilen 5. sınıf düzeyinde belirlenen kavram yanılığları şu şekildedir:

- Balina balıklar sınıfına dahildir
- Yunus balıklar sınıfında yer alır.
- Kaplumbağa memeliler sınıfında yer alır
- Kaplumbağa kurbağalar sınıfında yer alır.
- Kurbağalar sürüngenler sınıfında yer alır.
- Penguen, balıklar sınıfında yer alır.
- Timsah ve kertenkele kurbağalar sınıfında yer alır
- Penguen memeliler sınıfında yer alır.
- Penguenler kurbağalar sınıfında yer alır.
- Yarasa kuşlar sınıfında yer alır.
- Kertenkele bir böcektir.

- Kelebek kuşlar sınıfında yer alır.
- Sürüngenler kıvraktır ayakları yoktur ve sürünürler.
- Solucanlar sürüngenler grubunda yer alır.
- Balık omurgasız bir hayvandır.
- Yılan omurgasız bir hayvandır.
- Örümcek ve karınca omurgalı hayvanlardır.
- Akrep, yengeç, ıstakoz omurgalı hayvanlardır.

Buna göre alan yazında yapılan çalışmaların büyük bölümünde penguen, yarasa, kurbağa gibi canlıların farklı sınıflarda yer aldığını ortaya çıkaran araştırmalar mevcuttur.

Özdemir ve Çalışkan (2018)'e göre öğrenciler, farklı sınıflara ait omurgalı canlıların özelliklerine ve omurgalı, omurgasız hayvanlar arasındaki farklara ilişkin birçok kavram yanlışlığına sahiptir. Öğrenciler omurgalı canlıları yüzeyi sert, omurgasız canlıları da yüzeyi daha yumuşak canlılar olarak sınıflandırma eğilimindedirler. 6. sınıf öğrencilerinin birinci ünite de iskelet sistemi konusunu işledikleri halde akrep ve yengeci omurgalı, fare ve yılanı her yere girebildikleri sebebi ile omurgasız olarak değerlendirmeleri, omurganın ne demek olduğunu öğrenciler tarafından algılanamadığını göstermektedir. Yumurtlama olayını doğurmak ile karıştıran öğrenciler yumurtlayan canlıları da memeli olarak sınıflandırmaktadırlar. Bu araştırmaya göre öğrenciler özellikle penguen, deve kuşu, yunus, balina, yarasa gibi canlıları sınıflandırmada zorluk yaşamaktadırlar.

Ceylan ve Topsakal (2019) araştırmasında canlıların sınıflandırılması ile ilgili kavram yanlışları insanlar hayvanlar aleminde yer almaz, memeliler yumurtlayarak doğurur, ördek, penguen ve fok bir balık türüdür, yılan omurgasız bir hayvandır, yarasa bir kuştur, yüzebilen tüm canlılar balıktır, penguen memeli bir hayvandır, balina ve yunus bir balıktır, kavram yanlışlarına yer vermiştir.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde canlıların sınıflandırılması konusunda benzer araştırmalar yapılmış ve benzer kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Genel olarak karıştırılan yarasa, balina, solucan, yılan, fok gibi canlıların farklı sınıflarda ifade edilmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Literatürde omurgalı canlıların solunum türüne ait yapılan herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Fakat TIMSS maddelerinde genel olarak sürüngenler, kurbağalar ve balıkların solunum türü bilgisi yoklanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin canlıları sınıflandırmada başarısız olması canlıların solunum türünü

ayırt etmede de zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu konuyla ilgili araştırma yapılmamış olması ve araştırma sonucunda ortaya çıkması önemlidir.

Tablo 24

Hayvanların Sınıflandırılması Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Öğretmen Görüşleri

Soru	Örnek ifadeler
TIMSS maddeleri ve literatür bağlamında belirlenen kavram yanılgıları hakkında görüşleriniz nelerdir?	... Daha önce hep aynı kavram yanılgılarına takılırken şimdi farklı şekilde dikkatimi çeken durumlar oluştu. ... bence kavram yanılgısıdır, araştırmaya alınmalı ve detaylı incelenmelidir. ... TIMSS maddelerine göre belirlenen kavram yanılgıları özellikle balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunum türüne ilişkin olarak netleştirebiliriz. ... Özellikle sürüngenlerin erken dönemde solungaç solunumu yaptığı bilgisi yaygındır. Belgesellerde, kitaplarda ya da dergilerde timsah su içinde görülmektedir. Eğer öğrenci suda yaşayan canlılar solungaç solunum yapar diye öğretilirse bu durum sürüngenlerde kavram yanılgısına neden olur. Timsah mesela su altında uzun süre kalabilir, fakat timsahların solungaç ya da deri solunumları yoktur. Ayrıntılara dikkat edilerek verilmesi gerekir. ... Maddelerden yola çıkılırsa öğrenciler özellikle omurgalı canlıların özelliklerinde sıkıntı yaşamaktadır...

Tablo 24 bağlamında öğretmenlere ait örnekler şu şekilde ifade edilebilir:

Ö1: TIMSS maddelerinde daha çok omurgalı canlılar arasındaki sınıflandırma sorulmuştur. Özellikle balık, kurbağa ve sürüngen gibi özellikleri karıştırılan ve birbirinden çok ayırt edilemeyen canlılara örnekler verilmiştir. Maddelerde özellikle solunum türüne vurgu yapılmıştır. TIMSS bunu belirlemek amacıyla sorduğunu düşünüyorum. Genel olarak öğrenciler tarafından birbirine karıştırılmakta olduğu dikkatimi çekti. Literatürde verilen bilgiye göre genel olarak yarası, yunus, penguen gibi canlıların sınıflandırılmasına ilişkin canlılar mevcut. TIMSS maddelerine göre belirlenen kavram yanılgıları özellikle balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunum türüne ilişkin olarak netleştirebiliriz.

Ö2: Genel olarak bakıldığında canlıların sınıflandırılmasında benzer konular üzerine çalışılmış olduğunu görüyoruz. TIMSS maddelerinden yola çıkarak özellikle bize sunulan maddelerde balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunum türüne ve deri yapısına ilişkin kavram yanılgıları olduğunu fark ettim. Bu canlıların özellikleri birbirine karıştırmakta, öğrenciler kendi deneyimlerinden yola çıkarak iyi öğrenemedikleri için yanlış cevaplamaktadır. Bu madde sonuçlarına göre özellikle balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunumlarının nasıl olduğu bilinmemektedir. Örneğin erken dönemde solungaç solunumu yapan canlılar için sürüngenler yanıtı verilmiştir. Öğrenciler sürüngenleri de iyi bilmeli ki yaşanan ortamın özelliğine göre canlı yapısının olduğu göz ardı edilmemelidir. Özellikle sürüngenlerin erken dönemde solungaç solunumu yaptığı bilgisi yaygındır. Belgesellerde, kitaplarda ya da dergilerde timsah su içinde görülmektedir. Eğer öğrenci suda yaşayan canlılar solungaç solunum yapar diye öğretilirse bu durum sürüngenlerde kavram yanılgısına neden olur. Timsah

mesela su altında uzun süre kalabilir, fakat timsahların solungaç ya da deri solunumları yoktur. Ayrıntılara dikkat edilerek verilmesi gerekir.

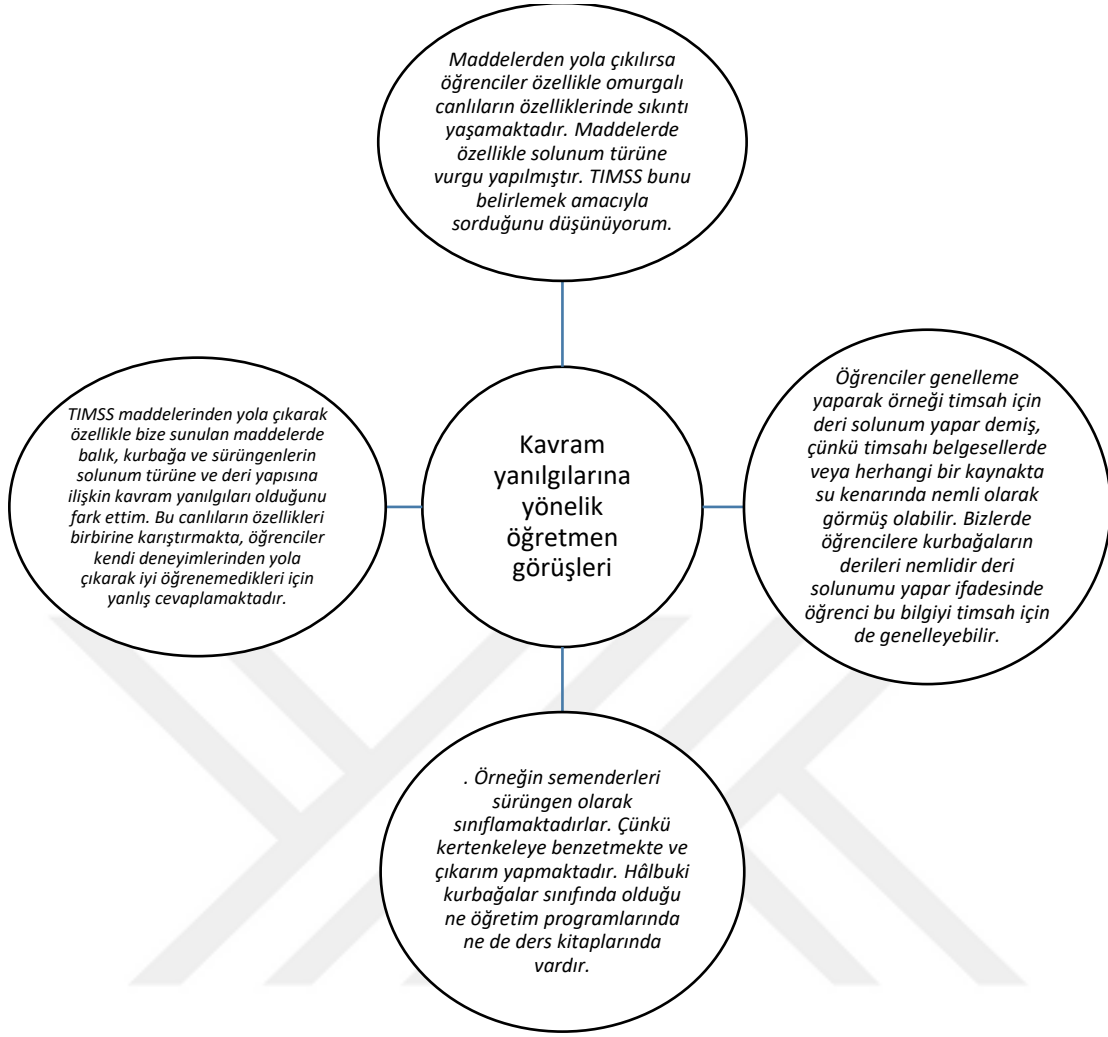
Ö3: Pulları olan ve solunumda sadece akciğerlerini kullanan canlılar için “pulları vardır” ifadesi doğrudan öğrencileri balık seçeneğine götürmüştür. Fakat burada akciğer solunumu yapar ifadesi de oldukça önemlidir çünkü sadece akciğer solunumu yapar ile öğrenci yöneltilmeye çalışılmıştır.

Ö4: Canlıları sınıflandırılmasına ilişkin kavram yanılgıları genellikle aynı konu üzerindedir. Fakat canlıların özellikleri bilinmediği takdirde öğrenciler uçan canlıların hepsini kuş, suda yaşayanları da her daim balık olarak adlandıracaktır. Örneğin semenderleri sürüngen olarak sınıflamaktadırlar. Çünkü kertenkeleye benzetmekte ve çıkarım yapmaktadır. Hâlbuki kurbağalar sınıfında olduğu ne öğretim programlarında ne de ders kitaplarında vardır. Çünkü öğrencilerle sınıflandırma çalışırken belirli canlılar üzerinde çalışıyoruz. Örneğin yarası memelidir, penguen kuş gibi. İncelenen maddelerde de sınıflamada başarısızlık söz konusu ve özellikle canlıların sınıflandırılmasında temel özelliklerin eksik olduğunu görmekteyiz. Öğrenciler genelleme yaparak örneği timsah için deri solunum yapar demiş, çünkü timsahı belgesellerde veya herhangi bir kaynaktan kenarında nemli olarak görmüş olabilir. Bizlerde öğrencilere kurbağaların derileri nemlidir deri solunumu yapar ifadesinde öğrenci bu bilgiyi timsah için de genelleyebilir. Dolayısıyla ayrıntı bilgi vermekte korkmamalıyız. Son dönemlerde az bilgi öz bilgidir deniyor ama az bilgi de işte yanlış öğrenmelere kavram yanılgılarına yol açmaktadır. Bilginin az ya da çok olmasından ziyade nasıl verildiği önemlidir. Örneğin solunum sistemleriyle ilgili öğrenciler

Her şeyi karıştırmış, kurbağanın deri solunumu yaptığı ve akciğer solunumu da yaptığı bilinmiyor, çok ilginç olanı da balık için akciğer solunumu yapar yanıtını vermeleridir. Bilgiyi tam olarak yapılandırmadıkları ve öğrenemedikleri için kavram yanılgıları ortaya çıktığı oldukça açıktır.

Ö5: Canlıların sınıflandırılması konusu biyoloji alanının temel noktasıdır. Canlılık üzerinde kurulmuş bu disiplinde özellikle canlıların sahip olduğu özellikleri öğretirken bilgi birliği olmadığı ve çok geniş olduğu için çok az özelliğine değinilmektedir. Maddelerden yola çıkılırsa öğrenciler özellikle omurgalı canlıların özelliklerinde sıkıntı yaşamaktadır. Bu doğrudur çünkü öğretim programları ve ders kitaplarını incelediğimizde dağınıklık ve karmaşa olduğu hakimdir.

Ö6: öğrenciler canlıların sınıflandırma yapılırken dikkate alınan özellikleri hakkında yanılgılara sahiptir” Özsoy (2018) canlıların sınıflandırılma yapıldığı özelliklerini belirtmiş. Bu konuda yeni yanılgıları tespit edilebilir. Çünkü Türkiye’de örneği var mı yok mu bilmiyorum çünkü bizim fen müfredatında bu kadar ayrıntıya girilmiyor biliyorsunuz. O yüzden alan yazın örneği olmayabilir. Genel anlamda solunum türlerine ilişkin yanılgılar var. Örneğin kurbağaların solunum organı sorulmuş genelde.



Şekil 20. Canlıların Sınıflandırılmasına Yönelik Öğretmen Görüşleri

Öğretmenlere göre, öğrenciler omurgalı canlıların özelliklerini birbirine karıştırmış ve kendi deneyimleri, bilgileri ve varsayımları üzerinden cevaplamışlardır. Örneğin 2007 yılında balıkların ve kurbağaların akciğer solunumu yaptığı ve 2015 yılında yine aynı şekilde balıkların ve sürüngenlerin pulsuz ve erken dönemde solungaç solunumu yaptığı yanıtı verilmiştir. 2011 yılında kurbağaların solunum organına böbrek, karaciğer ve kalp yanıtı verilirken, yine 2007 ve 2011 yıllarında kurbağaların aslan ve örümcek ile aynı solunum türüne sahip olduğu, tavşan, zürafa ve filin aslandan farklı solunum türüne sahip olduğu yanıtı verilmiştir. S042003 maddesinde de belirlenen kavram yanlışları doğrudan canlı türleri verilmiş ve solunum türü sorulmuştur. 2007 ve 2015 yılları arasında benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Hücre ve Hücrenin Görevleri Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgıları.

Hücre ve hücrenin fonksiyonları konusuna ilişkin 2007 ve 2019 yılları arasında toplam beş madde incelenmiştir. 2019 TIMSS sınavında doğrudan kavram yanılgısına ilişkin bir madde yer almış ve bu madde ile benzer olan geçmiş yıllara ait maddeler incelenmiş ve araştırmaya iki madde alınmıştır. SP72x maddesi doğrudan kavram yanılgısı olarak verilmiş ve bu madde ile aynı kazanımda olan S042b maddesi araştırmaya alınmıştır. Bu araştırmada 2019 TIMSS bağlamında verilen maddenin sadece sitoplazma seçeneği kavram yanılgısı olarak ele alınırken diğer seçenekleri ile ilgili bağlantı kurulamadığı için araştırmaya alınmamıştır. Araştırma sürecinde özellikle sitoplazma kavramında kavram yanılgılarının ortaya çıktığı ve bu kavramın doğru şekilde verilmediği öğretmen görüşleriyle belirlenmiş ve bu tespit geçmiş yıllarda sitoplazma kavramına yönelik başka bir madde ile desteklenmiştir. Sonuç olarak belirlenen kavram yanılgıları:

- Hayvan hücrelerinde DNA replikasyonu/eşlenmesi sitoplazmada gerçekleşir.
- Enerji sitoplazmada üretilir, şeklindedir.

Maddelerin 2007 ve 2019 yılları arasında bağlantı kurması ve aynı kazanıma ait olması araştırma için önemlidir. Madde künyesi ve sonuçlarına ilişkin bilgiler Tablo 24’ de verilmiştir.

Tablo 25

Hücre ve Organeller Konusunda İncelenen Maddeler ve Sonuçları

Madde Kazanım: Hücrenin temel yapılarını açıklar (ör., hücre duvarı, hücre zarı, çekirdek, kloroplast, koful ve mitokondri) ve bu yapıların temel görevlerini tanımlar.

Madde Bilgileri ve Madde Sonuçlarının Değerlendirilmesi							Belirlenen kavram yanılgıları
Madde 1-M1 SP72X- Bilme- Yayın izni olmayan madde							Hayvan hücrelerinde DNA replikasyonu/eşlenmesi
Açıklama: DNA Eşlenmesi							sitoplazmada gerçekleşir.
Bitki	N	DIFF	A	B	C	D	
2019	577	47,0	9,3	47,0	15,4	28,0	
IA	16227	53,9	11,9	53,9	16,3	16,7	

(Devam ediyor)

Tablo 25 (Devam)

Hücre ve Organeller Konusunda İncelenen Maddeler ve Sonuçları

Madde Kazanım: Hücrenin temel yapılarını açıklar (ör., hücre duvarı, hücre zarı, çekirdek, kloroplast, koful ve mitokondri) ve bu yapıların temel görevlerini tanımlar.

Madde Bilgileri ve <i>Madde Sonuçlarının Değerlendirilmesi</i>						Belirlenen kavram yanlışları
Madde 2- M2 S042b – Bilme						
Açıklama: Hücrede enerji üreten organel (Mitokondri, Sitoplazma)						Enerji sitoplazmada üretilir.
S0420b	DIFF	A	B	C	D	
2007	49,6	49,6	17,7	23,4	6,1	
IA	24,0	24,0	42,1	22,5	8,7	
2011	52,2	52,2	21,5	19,4	5,8	
IA	25,9	25,9	43,5	19,8	8,0	
2015	51,9	51,9	21,8	18,1	7,0	
IA	30,3	30,3	40,8	18,5	8,0	

Maddede enerji üreten organelin adı sorulmaktadır.

Öğrenciden beklenen cevap mitokondri seçeneğidir. Öğrencilerin yaklaşık % 50'si doğru cevap vermiştir. C çeldiricisi güçlü çeldiricidir. Yaklaşık öğrencilerin beşte biri hücrenin enerji üretim merkezini sitoplazma olarak işaretlemiştir.

Her iki maddede ortak olan kavram “Sitoplazma” kavramıdır. Özellikle iki madde de sitoplazma seçeneği oranı daha yüksektir. Bu anlamda birinci maddeden yola çıkarak diğer madde araştırmaya alınmış ve bu maddede de hücrenin enerji üretim merkezi sitoplazma yanıtını veren öğrenci oranı yüksektir. Bununla birlikte hücrenin enerji üretim merkezi çekirdek yanıtını veren öğrenci oranı da neredeyse aynıdır. Her iki maddede ortak yanıtın hücrenin temel kısımlarına yönelik kavramlar olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle sitoplazma seçeneğinin öğrenciler tarafından daha çok işaretlendiği görülmektedir.

Fen Bilimlerinde “canlı” ve “canlılık” gibi kavramları öğrencilerin net bir şekilde öğrenebilmesi için biyolojinin en temel konularından biri olan hücre ve organeller konusunun doğru bir şekilde zihinde canlandırılması gerekmektedir (Koç ve Sönmez, 2018).

Biyoloji öğretiminde özellikle hücre ve organeller gibi öğrenilmesi gereken kavram sayısının fazla olduğu konuları öğrencilerin öğrenmesi zordur. Mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayların öğrencilerin zihinlerinde canlandırabilmesi için somut öğretim yardımcılılarıyla desteklenerek öğretilmesi, soyut bilgilerin somut kavramlar olarak

şekillenmesini sağlayarak kavram yanlışlarının oluşmasının engellenmesine de yardımcı olabilir (Maraş ve Akman, 2009).

Hücrenin temel kısımlarından olan sitoplazma kavramının ayırt edilmesi oldukça önemlidir. Aksi takdirde öğrenciler birçok olayın gerçekleştiği yeri sitoplazma olarak düşünmekte ve bu durum da kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Yoğurtcu (2021)'nin lise öğrencilerine yönelik kavram yanlışları çalışmasında öğrencilerin cevaplarında en çok çekirdek ve sitoplazma kavramlarını yazdığını belirtmiştir.

Yılmaz, Üçüncü, Karakaya ve Çimen (2018) biyoloji ders kitaplarına yönelik araştırmalarında ders kitaplarında ki açıklamalar ve görsellerin biyoloji alanında birçok kavram yanlışına sebebiyet vereceğini ortaya çıkarmıştır.

Hücre ve organeller konusunda ilgili maddelere yönelik öğretmenlerden alınan görüş doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir:

Tablo 26

Hücre ve Organeller Konusunda Belirlenen Kavram Yanlışlarına İlişkin Öğretmen Görüşleri

Soru	Kategori	Örnek ifadeler
İncelenen maddeler ve literatür çerçevesinde tespit edilen kavram yanlışları var mıdır? Görüşleriniz nelerdir?	Hücrenin temel kısımları	... “İncelenen maddeler TIMSS tarafından doğrudan kavram yanlışlığı olarak verilmiştir. Kendi yazılarımızda da benzer sonuçları görüyoruz. ... Öğrenci için her şey sitoplazmadır.

Öğretmenler, çekirdek ve sitoplazma kavramlarının birbirine çok karıştırıldığını ve öğrenciler bu görevleri doğrudan gözlemleyemedikleri için ezberlemek zorunda kalmaları nedeniyle kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmiştir.

Ö1: ...hücrenin temel kısımları olan çekirdek, sitoplazma ve hücre zarı ve organeller öğrencilerin soyut olarak karşılaştıkları kavramlardır. İsimlerinin farklı olması öğrenilmesini daha da zorlaştırmaktadır. Özellikle öğrenciler her şeyde “sitoplazma” kavramını kullanır. Bunun nedeni sitoplazmanın tanımını yaparken yanlış tanımın yapıldığını düşünüyorum. Çünkü bütün hayati olaylar sitoplazmada gerçekleşir, derken öğrenci görev ayrımı yapamayabilir.

Ö2: Derslerimizde hücrenin temel kısımlarından bahsederken sitoplazma, çekirdek kavramlarına daha sık yer veriyoruz. Özellikle mitokondri organeli de öğrencilerin dikkatini çekmekte. Çünkü enerji kavramı diğer kavramlara göre daha anlaşılır, kolay ve önemli olduğu için öğrenci enerji kavramını da önemsemektedir. Bu doğrultuda enerji çekirdekte üretilir kavramından ziyade sitoplazma üretilir cevabı daha önemlidir. “DNA’nın eşlenmesi sitoplazmada

gerçekleşir” TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığı olarak ele alınmış. Aslında prokaryotik canlılarda DNA’nın eşlenmesi sitoplazmada gerçekleşir. Bu anlamda doğru bir bilgidir. Fakat eğer ökaryotik hücreli canlılardan bahsediyorsak DNA eşlenmesi çekirdekte gerçekleşir. Eğer bu ayırım iyi yapılmazsa öğrenci bilgiyi genelleleyebilir.

Ö3: DNA’nın eşlenmesi, hücre bölünmesi öğrenciler için oldukça soyut ve anlaşılması zor olan konulardır. Öğrenciler prokaryot ve ökaryot hücreleri ayırt edemediği için birçok organelin görevini karıştırmakta ve isimler yabancı geldiği için de bağdaştıramamaktadır. Konuları anlatırken birçok olay sitoplazmada gerçekleşir olarak tanımlıyoruz. Bence bu tanım öğrencileri yanlış yönlendiriyor olabilir.

Ö4: Yazılı sınavlarda özellikle öğrencilerin birçoğu cevaplarına hücrenin temel kısımlarından özellikle sitoplazma ve çekirdek yanıtını yazıyor. Bahsettiğiniz bu kavram yanlışlığı olağan bir durum. Özellikle DNA’nın eşlenmesi sitoplazmada görülür net bir kavram yanlışlığıdır. Öğrencilerin birçoğu da enerji kavramını temel ihtiyaç olarak görmekte ve hücrenin temel kısımlarıyla eşleştirmektedir.

Ö5: Bu maddelerde özellikle ele alınması gereken sitoplazma kavramıdır. Görülüyor ki sitoplazma birçok öğrenci için birçok görevin gerçekleştiği yer anlamına geliyor.

Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda belirlenen kavram yanlışlıklarına rastlamak mümkündür. Öğretmenler hücrenin temel kısımları olması nedeniyle sitoplazma ve çekirdeğin diğer organeller ile görevlerinin karıştırıldığını ifade etmiştir. Özellikle birçok görev için sitoplazma cevabının verildiğini belirtmişlerdir. İlgili kavram yanlışlıklarına yönelik kazanımlar Hücre ve fonksiyonları ünitesinde yer almaktadır.

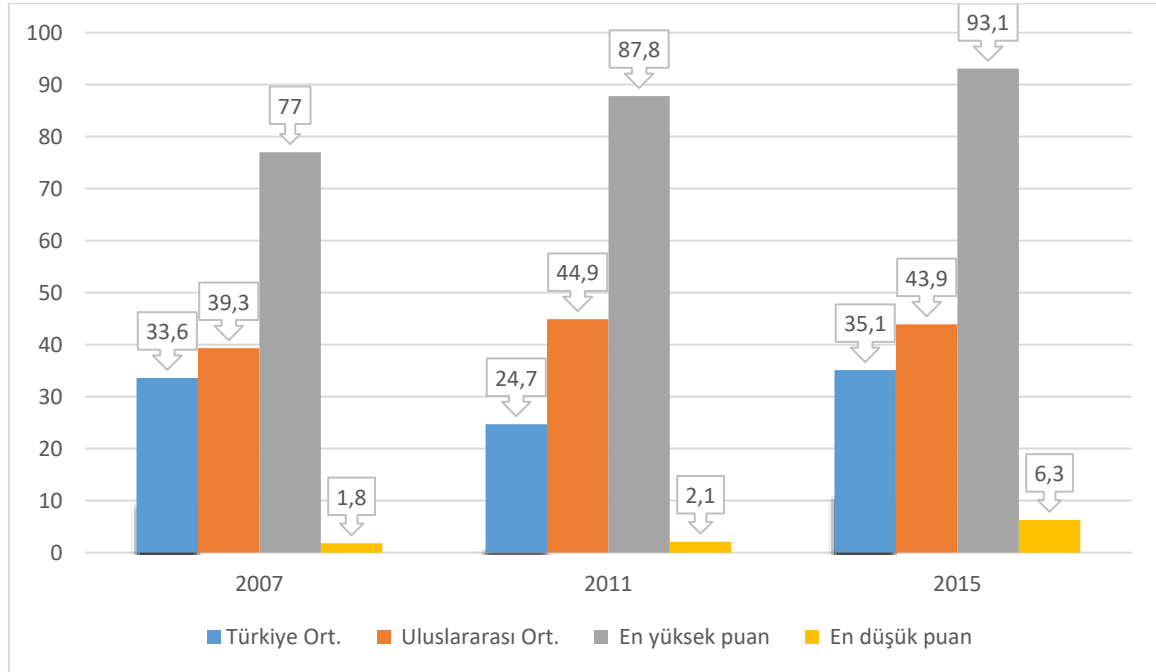
Yer Bilimleri Alanında Belirlenen Kavram Yanlışlıkları

Yer bilimi jeoloji, astronomi, meteoroloji, hidroloji ve okyanus coğrafyası alanlarından yararlanır ve bu alanlar biyoloji, kimya ve fizikteki kavramlarla ilgilidir. Tüm bu konuları kapsayan ayrı yer bilimleri dersleri tüm ülkelerde öğretilmese de, Yer Bilimleri tematik alanlarıyla ilgili anlayışların, fizik ve hayat bilgisini kapsayan bir fen programında veya coğrafya ve jeoloji gibi ayrı derslerde yer alması beklenir. 2007 ve 2019 yılları arasında paylaşılan ve izinler dahilinde alınan 50 madde bulunmaktadır. TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışlığı olarak dört madde verilmiştir. Dünya, Güneş Sistemi ve Evren ünitesi ve Dünya’nın Süreci, Döngüsü ve Tarihi ünitelerine yönelik maddelerin öğretim programlarında karşılığı olmadığı için araştırmaya

alınmamıştır. Dünya'nın Yapısı ve Fiziksel Özellikleri konusunda tek madde olması ve sadece 2019 yılında sorulması, maddenin başka maddelerle örüntü oluşturmaması ve daha çok fizik konusunda işlenmesi sebebiyle araştırmaya alınmamıştır.

Dünya'nın Yapısı ve Fiziksel Özellikleri ünitesinde farklı gezegenlerde kütle kavramına yönelik 2019 TIMSS sınavında sorulan maddenin seçenekleri kütle kavramına yönelik olarak hazırlandığı için fizik bölümünde ele alınmıştır.

Araştırma sürecinde en çok yanlış yapılan ve yanlışların yıllara göre devam ettiği, kavram yanılgısı teşkil ettiği düşünülen maddeler incelenmiş ve Dünya'nın Yapısı ve Özellikleri ünitesine yönelik kavram yanılgısı tespit edilmiştir. İncelenen maddeler akıl yürütme basamağı düzeyinde açık uçlu maddeler olması ve özellikle yanlış cevapların ayrıntılı kodlarla puanlanmış olması kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla önemlidir. Bununla birlikte özellikle yanlış oranı yüksek ve yanlışların yıllara göre devam ettiği belirlenen Dünya'nın Yapısı ve Özellikleri ünitesinde yer alan depremler kavramına yönelik maddelerde Türkiye'nin başarı ortalamasının uluslararası başarı puandan düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu kavrama ilişkin TIMSS bağlamında incelenen maddeler açık uçlu ve çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır. Açık uçlu maddenin puanlanmasında ayrıntılı yanıtlara yer verilmediği için kavram yanılgıları tespit edilememiştir. Bu nedenle araştırma bulguları yanlış yapılan ve yanlış yapılma oranı oldukça yüksek ve değerli görüldüğü için ilgili iki maddeye yer verilmiştir.

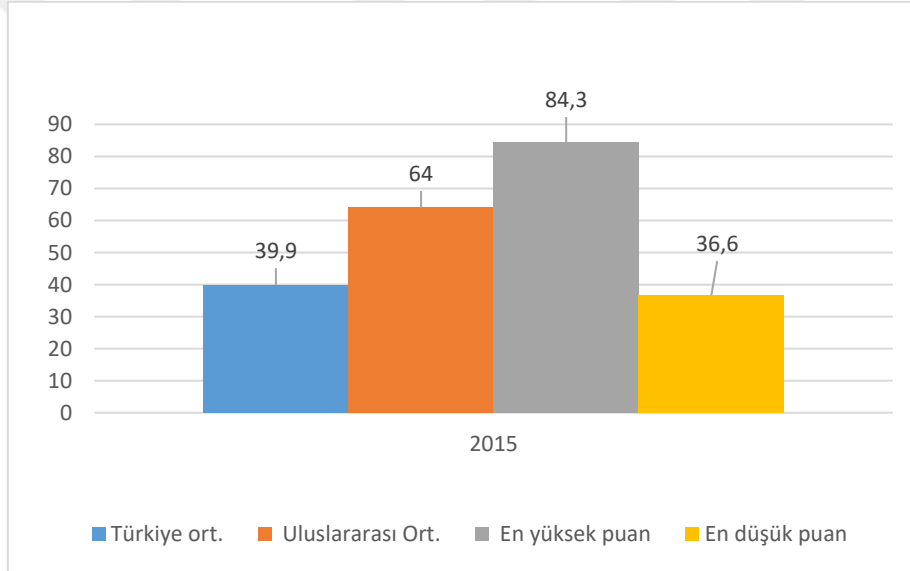


Şekil 21. Depremlerin Meydana Gelme Sebeplerine İlişkin Maddenin Başarı Puan Yüzdesi

Madde 2007 ve 2015 yılları arasında sorulması ve açık uçlu olması nedeniyle önemlidir. Bununla birlikte madde başarı oranı uluslararası ortalama puanın altında, başarı oranı düşük ve yanlış yapıma oranının fazla olması nedeniyle de önemlilik teşkil etmektedir.

Depremlerin neden meydana geldiği sorulan bu maddede başarının 2011 yılında düştüğü ve 2015 yılında tekrar arttığı görülmüştür. Bununla birlikte yanlış yapma oranı da 2015 yılında tekrar artmıştır. Uluslararası ortalama puanlar birbirine yakın olmakla birlikte en yüksek puan ortalaması yıllar boyunca artmıştır. Çin-Tayvan her dönem en yüksek puana sahip ülke olmakla birlikte, Türkiye, Umman, Tunus, Tayland, Macaristan gibi ülkelerle benzer ortalama puana sahiptir.

2015 yılında bilme basamağı düzeyinde sorulan çoktan seçmeli maddede kıtaların hareket etmesinin sonucu sorulmuştur.



Şekil 22. Kıtasal Hareketlerin Sonucuna İlişkin Maddenin Başarı Puan Yüzdesi

Madde SO6x de Dünyayı oluşturan kıtaların hareketine ilişkin bilgi sorulmuştur. Öğrencilerden beklenen cevap depremlerin meydana gelmesidir. Öğrencilerin %39,9'u doğru cevap verirken yarısından fazlası yanlış seçenekleri işaretlemiştir. Türkiye, uluslararası ortalamasının altında bir başarıya sahip olmakla birlikte en yüksek puana sahip ülke olan Çin-Tayvan ile arasında anlamlı bir başarı farkı söz konusudur.

Türkiye önemli deprem kuşağı olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Dünya üzerinde her yıl meydana gelen depremlerin %20'sinin meydana geldiği bu kuşak, oldukça riskli bir konumda bulunmaktadır. Ülkemizde pek çok bölge yüksek derecede deprem riskine sahiptir. Bu doğrultuda öğrencilerin büyük kısmı günlük

hayatlarını önemli derecede etkileyecek olan deprem konusunda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmamakla birlikte Türkiye bu maddede Dünya’ da en başarısız ülkeler arasındadır.

Fen bilimleri alanında depremler konusunda hem öğrenciler hem öğretmenlerle ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda en çok depremin oluşum nedenleri, depremlerin nerelerde olabileceği, depremlerin yerin yapısı ile ilişkisi konularında kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliğinin olduğu tespit edilmiştir (Dereli, 2019).

Araştırma sürecinde 2007 ve 2019 yılları arasında Dünyanın Yapısı ve Fiziksel Özellikleri ünitesine ait on bir madde incelenmiş ve alan yazın incelenmesi, öğretmen görüşleri sonrasında kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular sunulmuştur.

Dünyanın Yapısı ve Fiziksel Özellikleri Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanlışları. 2007 ve 2019 yılları arasında Dünyanın Yapısı ve Fiziksel Özellikleri ünitesine ait on bir madde incelenmiş ve araştırmaya iki madde alınmıştır. Belirlenen kavram yanlışlığı:

Görselde/haritalarda yukarıda çizilen yerin daha yüksek olduğu kavram yanlışlığı/ ırmaklar yukarıdan aşağıya doğru akar.

İki maddenin değerlendirme yıl/ lar, bilişsel boyut, öğrenme alanı ve hedef kazanımlara ait bilgi ve ilişkili kavram yanlışlığına ait bilgiler verilmiştir.

S0424x maddesinde kavram yanlışlığı tespit edilirken S0326x maddesi benzer kazanımla ilgili olarak kavram yanlışlığını desteklemek amacıyla araştırmaya alınmıştır.

Tablo 27

Dünyanın Yapısı ve Özelliklerine İlişkin İncelenen Maddeler ve Sonuçları

Madde S042406 uygulama İzin doğrultusunda paylaşılan madde								Madde S042406 da ırmağın akış yönünün çizilmesi istenmiştir. Öğrencilerden beklenen ırmak, akarsu vb kaynakların deniz ve okyanuslara doğru aktığıdır. Çizelgeye göre yıllara göre başarı oranında düşüş ve başarısızlık oranında artış mevcuttur. Öğrenciler özellikle görselde aşağıdan yukarıya doğru akış gerçekleşmesi gerektiğini düşünüp tersi yönde gösterim mevcuttur (kod 72). Bu cevaplanma oranında yıllara göre yüksek oranda artış görülmüştür. Diğer yanlış cevaplar ise kod 79 olarak hesaplanmıştır.							
	N	10	70	71	72	79									
2007	648	28,4	12,7	2,5	6,8	34,6									
IA	638	27,9	21,8	2,3	6,1	27,6									
2011	984	17,5	12,6	5,2	12,7	34,2									
IA	34204	30,5	18,4	2,3	5,2	27,0									
2015	861	15,3	17,1	3,9	17,7	35,0									
IA	35956	30,5	19,8	2,4	4,6	29,6									

(Devam ediyor)

Tablo 27 (Devam)

Dünyanın Yapısı ve Özelliklerine İlişkin İncelenen Maddeler ve Sonuçları

S0326X-2007 ve 2011 yayınlanan TIMSS sorusu						Madde S0326x de izohipslerin yoğunlaştığı yani yükseltinin arttığı bölgenin ne olabileceği sorulmuştur. Öğrencilerden beklenen cevap dağ, tepe, yükselti, zirve vb cevaplardır. Öğrencilerin % 31,4- 30,8 i doğru cevap verirken yarısından fazlası yanlış cevap vermiştir.
	N	10	70	71	79	
2007	638	31,4	2,0	4,1	22,0	
IA	641	35,3	1,8	4,1	33,2	
2011	985	30,8	2,4	5,2	28,5	
IA		38,5	1,8	3,8	33,5	

Her iki maddede de aynı kazanım test edilmektedir. Öğrencilerden beklenen yoğun izohipslerin olduğu bölgenin yükselti olduğu ve bu bölgeden körfeze doğru suyun akışını oklarla göstermeleridir. 2007 ve 2011 yıllarında sorulan bu soruda da düşük başarı olmakla beraber başarının yıllara göre düştüğü görülmektedir. Öğrenciler üç boyutlu düşünmekte zorlanmaktadır. Irmak, nehir, dere vd su kaynaklarının birleşerek denize döküldüğü öğrenciler tarafında bilinmemekte ve uygulamada da başarısız oldukları görülmektedir.

Öğretmenlerden alınan görüşler

“Bu konular fen bilgisi öğretim programlarında yer almıyor, fakat öğrencilerin üç boyutlu düşünememelerinden kaynaklı bir kavram yanlışlığı var.” (Ö1); “*Bu tür konularda öğrencilerin düşünceleri genelde böyledir. Hatta dersimde şöyle bir örnek verebilirim.*

Öğrencilere Hatay’dan Sinop’a mı gitmek kolaydır, ya da Sinop’tan Hatay’ a mı gitmek kolaydır?” sorusunu sormuştum ve öğrencilerden alınan cevaplar Sinop’tan Hatay’ a gitmek daha kolaydır, yanıtı olmuştur. Nedenini sorguladığımda ise ...çünkü yukardan aşağıya inmek kolaydır, haritada yukarı hep daha yüksektir vb açıklamalarını yapmışlardır.

Alan yazında ilgili araştırmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte belirlenen kavram yanlışlıklarına yönelik fen bilimleri öğretim programında karşılık gelen ünite ve kazanım bulunmamaktadır.

Araştırmanın İkinci Amacına Ait Bulgular ve Yorumlar

Belirlenen kavram yanlışlıklarının yıllara göre değişimi Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanlarında sırasıyla sunulmuştur. Bulgular, araştırmanın üçüncü amacı,

belirlenen kavram yanlışlarının öğretim programları ve ders kitapları boyutuyla incelenmesi doğrultusunda detaylı olarak yorumlanmıştır.

Belirlenen Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi, Fizik Alanında Fiziksel Değişimler ve Maddenin Hal Değişimi, Enerji Dönüşümü ve İletimi, Elektrik ve Manyetizma ve Kuvvet ve Hareket üniteleri; Kimya alanında Maddenin Bileşimi ve Kimyasal Değişimler üniteleri; Biyoloji alanında Canlıların Sınıflandırılması ve Hücre ve Hücrenin Görevleri, Yer Bilimleri alanında belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimi sırasıyla verilmiştir.

Maddenin Hal Değişimi ve Fiziksel Değişimler Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi

Fiziksel değişimler konusunda incelenen dört maddede belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimi Tablo 28’ de verilmiştir.

Tablo 28

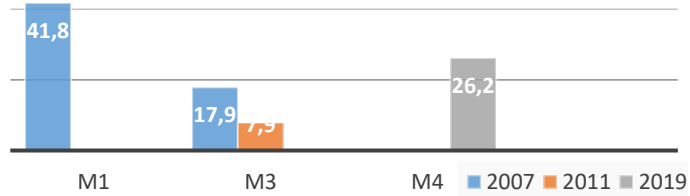
Maddenin Hal Değişimine ilişkin Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi

Hedef kazanım: Katı, sıvı ve gazların fiziksel özellikleri arasındaki farkı açıklamak için parçacıkları arasındaki uzaklığı ve parçacıkların hareketleri hakkında bilgiyi kullanır (Hacim, şekil, yoğunluk ve sıkıştırılabilirlik).

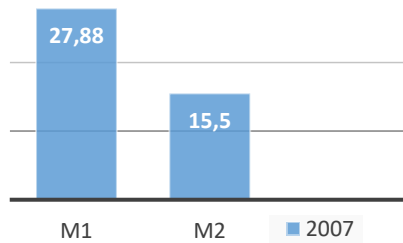
Belirlenen kavram

yanlışlığı:

Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür.



Bir madde ısıtıldığında tanecikleri küçülür.



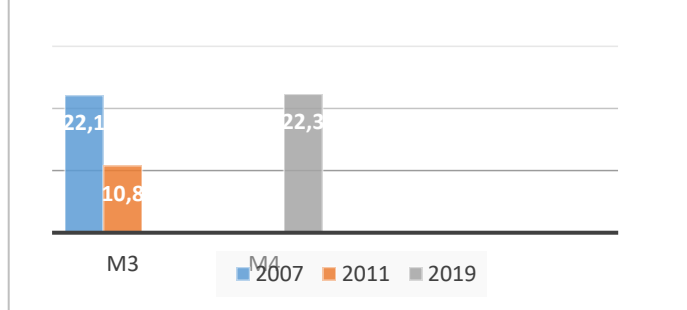
(Devam ediyor)

Tablo 28 (Devam)

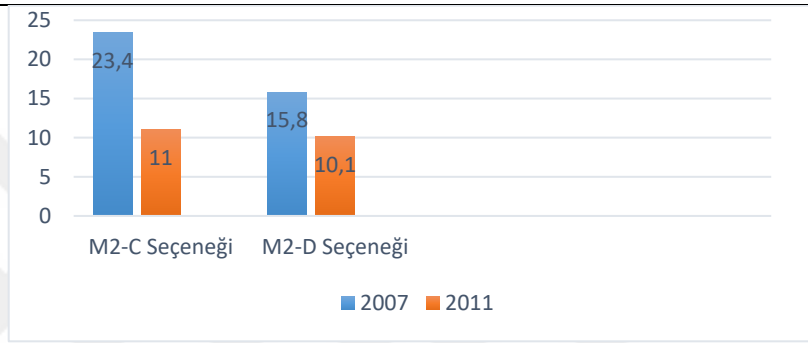
Maddenin Hal Değişimine ilişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Hedef kazanım: Katı, sıvı ve gazların fiziksel özellikleri arasındaki farkı açıklamak için parçacıkları arasındaki uzaklığı ve parçacıkların hareketleri hakkında bilgiyi kullanır (Hacim, şekil, yoğunluk ve sıkıştırılabilirlik).

Bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar.



A: Bir madde soğutulduğunda molekül sayısı azalır
B: Bir madde soğutulduğunda tanecik boyutu küçülür.



2007 ve 2019 yılları arasında incelenen dört maddeye göre tespit edilen kavram yanılgıları bir madde ısıtıldığında ya da soğutulduğunda taneciklerinin sayısının ya da boyutunun değişeceği yönündedir. Kavram yanılgıları en yüksek 2007 yılında görülmekle birlikte 2011 yılında düşüş görülmüş ve 2019 yılında aynı kavram yanılgısı oranı tekrar artmıştır. “Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür.” Kavram yanılgısı M1, M3 ve M4 maddelerinde yapılan IDB Analyzer programı sonucunda M1’ de iki seçenekte de tanecik boyutunun büyümesine yönelik olduğu için daha yüksek oranda ortaya çıkmıştır. M2 de bir gaz soğutulduğunda moleküllerine ne olur? Maddesinde öğrencilerin %23,4’ ü molekül sayısının azalacağını işaretlerken, %10,1’, moleküllerin boyutu küçülür yanıtını vermiştir. M4 maddesi 2019 yılında sorulması yönüyle önemli ve doğrudan kavram yanılgısını ölçmektedir. Bu maddede ilgili kavram yanılgısı “Madde (gaz ısıtıldığında tanecikleri büyür)” oranı %26,2 olarak tespit edilmiştir. Maddelerin ısı aldığı kütlesi değişimine ilişkin Fiziksel Değişimler konusunda belirlenen kavram yanılgıları Tablo 28’ de verilmiştir.

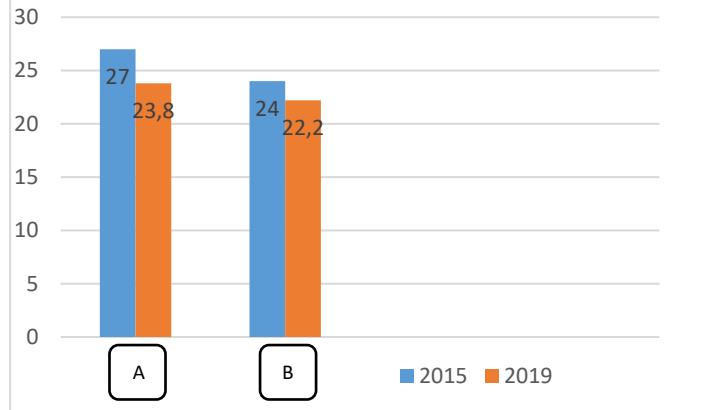
Tablo 29

Fiziksel Değişimler Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Madde: SP6X

A. Madde ısıtıldığında kütlesi artar.

B. Bir madde ısıtıldığında kütlesi azalır,



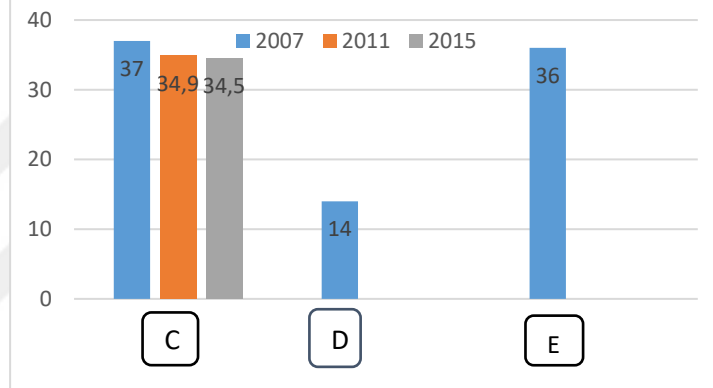
Madde: S042x

C. Su donarken kütle artar hacmi aynı kalır

Madde: S022x

D. Su donarken yoğunluk azaldığı için kütlesi azalır.

E. Su donarken yoğunluk artar, hacim artar ve bu yüzden kütlesi artar.



Tablo 29’ da belirlenen kavram yanılgılarına ilişkin SP6x, S04X ve S022x maddelerinde yürütülen analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre madde ısıtıldığında kütlesi artar; madde ısıtıldığında kütlesi azalır kavram yanılgılarına ilişkin analize göre 2015 ve 2019 yıllarına benzer sonuç göstermektedir. Bununla birlikte az miktarda da olsa 2019 yılında bir miktar düşüş gözlenmiştir. Öğrencilerin yaklaşık yarısı madde ısıtıldığında kütlesinin değişeceğini ifade etmektedir. Kütlesi artar/kütlesi azalır yanıtları ise birbirine benzer orandadır. Yani öğrencilerde ısının maddenin kütlesi üzerinde etkisinde özellikle artar ya da azalır kavramları belirgin olarak birbirinden farklılık göstermemektedir.

“Su donarken kütle artar hacmi aynı kalır.” kavram yanılgısı en yüksek 2007 yılında (%37) oranında görülmüştür. Aynı maddede “Su donarken kütlesi ve hacmi azalır” kavram yanılgısı daha düşük oranda (%8,2; 6,3 ve 6,2) görülmüştür. “Su donarken yoğunluk azaldığı için kütlesi azalır.” kavram yanılgısı %14 olarak ortaya çıkmıştır. Öğrencilerde yoğunluk ve kütle ilişkisine ait kavram yanılgıları daha az oranda görülmektedir.

Enerji Dönüşümü ve İletimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi. Enerji Dönüşümü ve İletimi konusuna ilişkin incelenen maddelerde SO6X ve S04x maddeleri için IDB Analyzer programı ile tekrar incelenmiştir. S06x maddesi için “C” seçeneği, SO4X için Kod 79 kavram yanılgısı olarak ele alınmıştır.

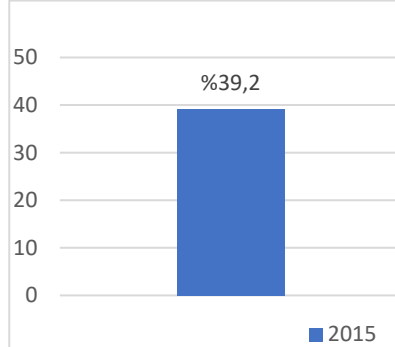
Tablo 30

Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Kazanım: Isısı yüksek olan bir maddeden/alandan isısı düşük olan madde/ alana ısı aktarımını ilişkilendirir. Isı alışverişinin çevre ile aynı sıcaklığa gelene kadar devam ettiğini açıklar.

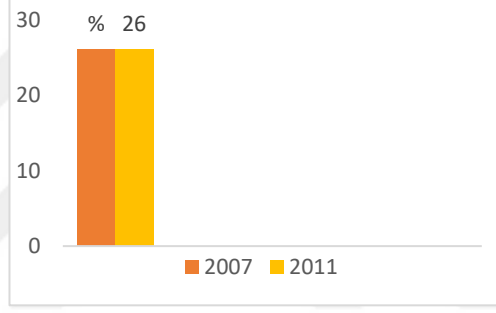
S06x

Isı yerine soğuk aktarılır.



S04x

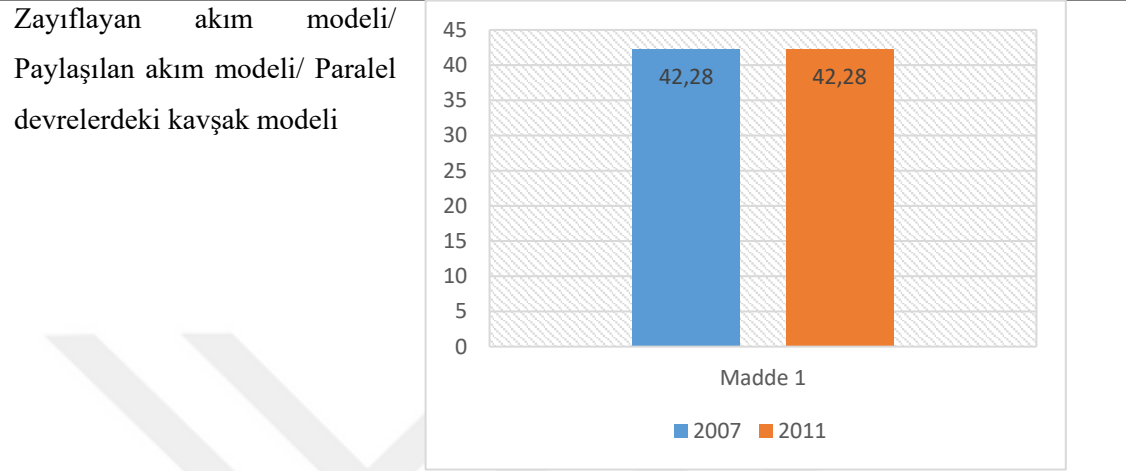
Gazete sarılı buz daha önce erir, gazete buza ısı verir, buzu daha sıcak tutar.



Alan yazın araştırmalarında en çok üzerinde durulan konu olan ısı- sıcaklık kavramları, ısı yerine sıcak ya da soğuk aktarılır kavram yanılgıları 2015 TIMSS sınavı sonucunda da %39,2 oranında çıkmıştır. “Gazete sarılı buz daha önce erir, gazete buza ısı verir, buzu daha sıcak tutar” kavram yanılgısı 2007 ve 2011 yıllarında da %26 oranındadır. Bu maddenin başarı oranı yıllara göre sırasıyla %30 ve %35’ dir.

Öğrencilerin özellikle ısı yalıtımında tersine düşünemedikleri ve soğuk maddenin muhafaza edilmesinde kullanılan maddeler ve bu maddelerin çevresiyle ısı alışverişini algılayamadıkları belirlenmiştir. TIMSS kazanımları; Yüksek sıcaklıktaki maddelerin düşük sıcaklıktaki maddelere ısı aktarımı, Sıcak maddelerin ve soğuk maddelerin çevresi ile aynı sıcaklığa ulaşmaya kadar ısı alışverişi yaptığı ve farklı maddelerin ısı iletkenliğinin karşılaştırılmasına ilişkindir. 2000-2018 yıllarına ait öğretim programlarında bu kazanımlara karşılık gelen kazanımlar tabloda verilmiştir.

Elektrik ve Manyetizma Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi. Araştırmanın ikinci amacı doğrultusunda belirlenen kavram yanılgıları Elektrik ve Elektromıknatıs konuları olarak ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 23, Elektrik konusunda belirlenen kavram yanılgılarının yıllara göre değişimine aittir.

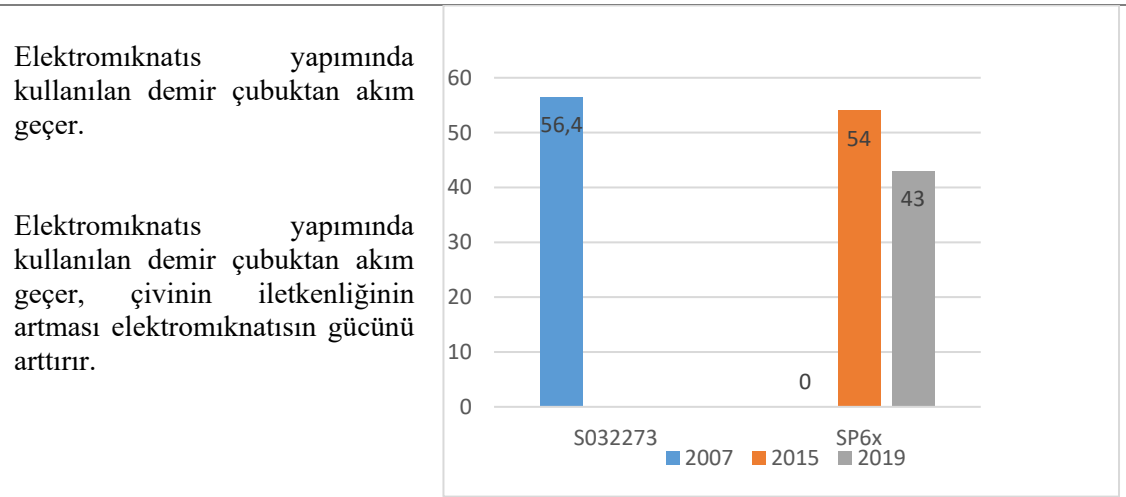


Şekil 23. Zayıflayan akım modeline ilişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Şekil23' e göre 2007 ve 2011 yıllarında belirlenen kavram yanılgıları aynı orandadır. 2005 yılında öğretim programların değişmesiyle 2011 yılında TIMSS sınavına katılan öğrencilerde programın değişmesinin etkisi olmamıştır.

İlgili kavram yanılgısına yönelik öğretim programları incelenirken doğrudan seri ve paralel bağlı devrelerin yer aldığı ünite ve konulara yönelik kazanımlar ele alınmıştır. İlgili ünite, konu, sınıf düzeyi, kazanımlar ve TIMSS bağlamında Bilişsel Boyutuna yönelik bilgi verilmiştir.

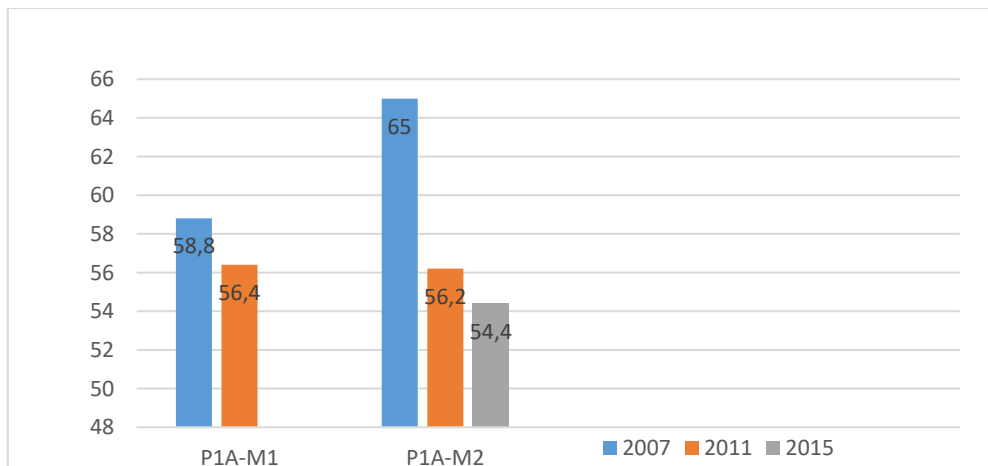
Elektromıknatıs Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi. Elektromıknatıs konusunda belirlenen kavram yanılgılarına ait iki madde IDB Analyzer programı kullanılarak yıllara göre değişim grafiği Şekil 24' de verilmiştir.



Şekil 24. Elektromoknatıs Konusuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Şekil 24’ e göre 2007 ve 2019 yılları arasında belirlenen kavram yanılgısı benzer oranda tespit edilmiştir. Madde S032273’ün çoktan seçmeli olması ve SP62y’in kısa cevaplı olması madde sonuçlarını etkilemektedir. 2007 yılında %56,4 oranında “Elektromıknatıs yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer.” Kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Benzer kavram yanılgısı “Elektromıknatıs yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer, çivinin iletkenliğinin artması elektromıknatısın gücünü artırır.” Kavram yanılgısı 2015 ve 2019 yıllarında da ortaya çıkmıştır.

Yerçekimi Kuvveti Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi. Yer çekimi konusunda belirlenen “Yerçekimi sadece düşen nesnelere etki eder, ancak hareketsiz nesnelere (zeminde veya başka bir yüzeyde duran) veya yukarı doğru hareket eden nesnelere etki etmez” kavram yanılgısının Madde 1 (M1) ve Madde 2 (M2) değişim grafiği Şekil 23’ de verilmiştir.

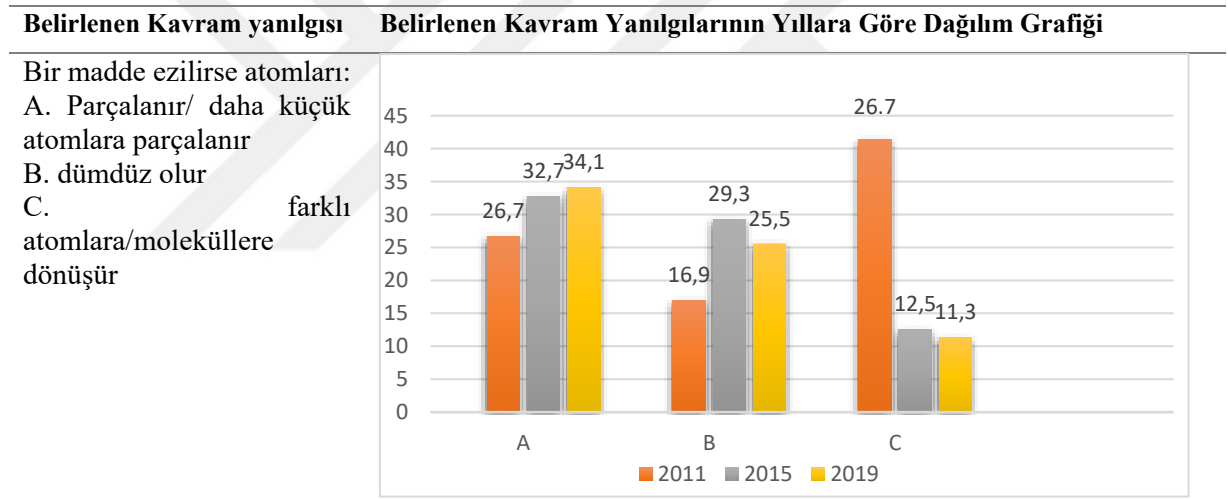


Şekil 25. Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Şekil 25’ de uygulama düzeyinde olan iki soru için tespit edilen kavram yanlışlığının yıllara göre değişimi verilmiştir. Her iki soruda da kavram yanlışlığına ait düşüş görülmekle birlikte öğrencilerin %50’sinde hala kavram yanlışlığı mevcuttur. IDB Analyzer program sonucuna göre Madde 1 de %50’ nin üzerinde kavram yanlışlığı ortaya çıkmış ve 2007 ile 2011 sonuçları birbirine yakındır. Madde 2 kısa cevaplı bir maddedir ve öğrencilerin 2015 yılında sadece %1,5 oranında doğru yanıt vermesi ve ilgili kavram yanlışlığı oranının yıllara göre düşmekle birlikte %50’ nin üzerinde olması önemlidir.

Kimya alanında Maddenin Bileşimi, Kimyasal Değişimler ve Kimyasal Değişimlerde Madde ve Enerji ünitelerinde belirlenen kavram yanlışlarının yıllara göre değişimi sırasıyla verilmiştir.

Maddenin Bileşimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi.

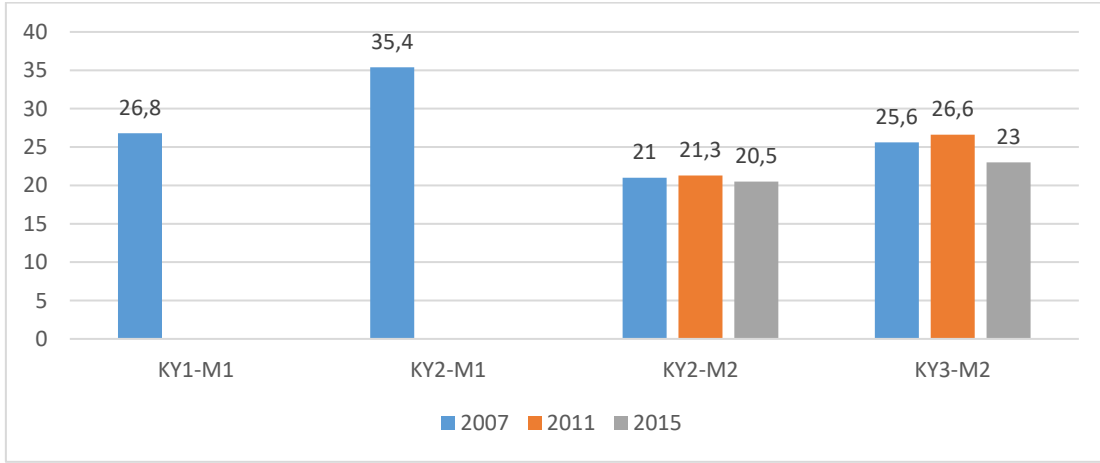


Şekil 26. Maddenin Bileşimi Konusunda Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi

Belirlenen kavram yanlışlığı üç farklı şekilde ayrı ayrı ele alınmıştır. Şekil 26’ ya göre “Atomlar parçalanır/ daha küçük atomlara parçalanır” kavram yanlışlığında yıllara göre artış görülmekte, “Farklı atomlara/moleküllere dönüşür” kavram yanlışlığında belirgin oranda düşüş gözlenmiştir. “Atomlar dümdüz olur” kavram yanlışlığında 2015 yılında artış görülmekle birlikte 2019 yılında ise bir miktar düşüş gözlenmiştir.

Kütlenin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi. Kütlenin korunumu konusunda incelenen maddelerde üç farklı kavram

yanılgısı tespit edilmiştir. İlgili kavram yanılgıları KY1, KY2 ve KY3 olarak kodlanmıştır.



Şekil 27. Kütlenin Korunumu Konusuna İlişkin Sonuçlar

KY1: Sıvı içerisine bir madde atılırsa madde genişir ve kütlesi artar.

KY2: Kimyasal tepkimelerde madde sayısı ve toplam kütle artar.

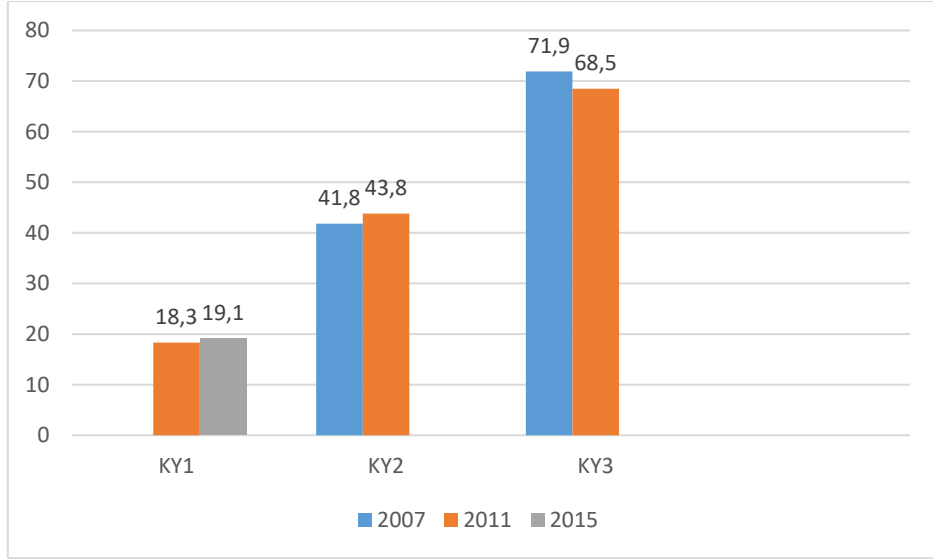
KY3: İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır, olmak üzere üç adet kavram yanılgısı oranları Şekil 27’ de verilmiştir.

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi. Kimyasal tepkimelerde enerji konusunda belirlenen kavram yanılgıları Şekil 28’ de verilmiştir, Bunlar:

KY1: Yumurtanın pişmesi sırasında enerji açığa çıkar.

KY2: Paslanma/yanma ve çürüme enerji gerektiren tepkimelerdir

KY3: Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, buhar çıkışı, koku oluşumu, terleme, herhangi bir değişim enerji açığa çıkışının göstergesidir, olarak belirlenmiştir.

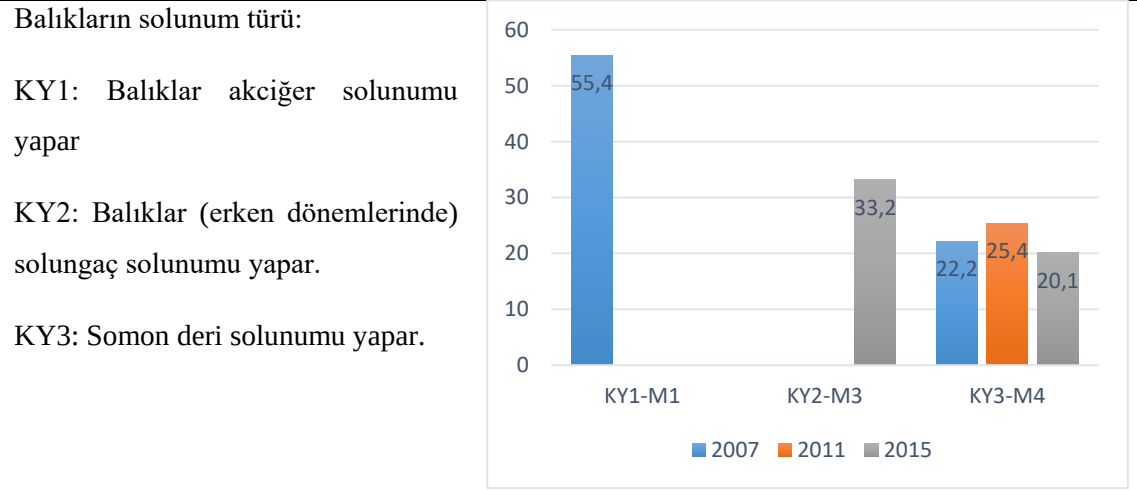


Şekil 28. Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Belirlenen kavram yanılgılarının yıllara göre değişimi Şekil 28’de verilmiştir. İlgili kavram yanılgılarının yıllara göre dağılımı benzer oranlardadır. Maddelerin çoktan seçmeli ve açık uçlu olması kavram yanılgıları oranını etkilemiştir. KY 1’ e ilişkin maddede kavram yanılgısı olarak analize dahil edilen bir; KY 2’ nin tespit edildiği maddede üç seçenek analize dahi edilmiştir. Bu anlamda KY2 kavram yanılgısı oranı daha yüksek görülmektedir. Bu anlamda her bir kavram yanılgısını kendi içinde değerlendirmek daha anlamlı sonuç vermektedir.

Biyoloji alanında Canlıların Sınıflandırılması, Hücre ve Organeller ve Canlılar ve Enerji İlişkileri ünitelerinde belirlenen kavram yanılgıları sırasıyla sunulmuştur.

Canlıların Sınıflandırılması Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi. Bu üniteye bütün maddeler için ayrı ayrı analiz yapılmıştır. Kavram yanılgıları omurgalı canlılardan balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunum türüne aittir. Maddelerin çoktan seçmeli olması ve kısa cevaplı maddelerin yer almaması nedeniyle maddeler için ortak nokta solunum olarak belirlenmiştir.



Şekil 29. Balıkların Solunumuna İlişkin Kavram Yanılgılarının Değişimi

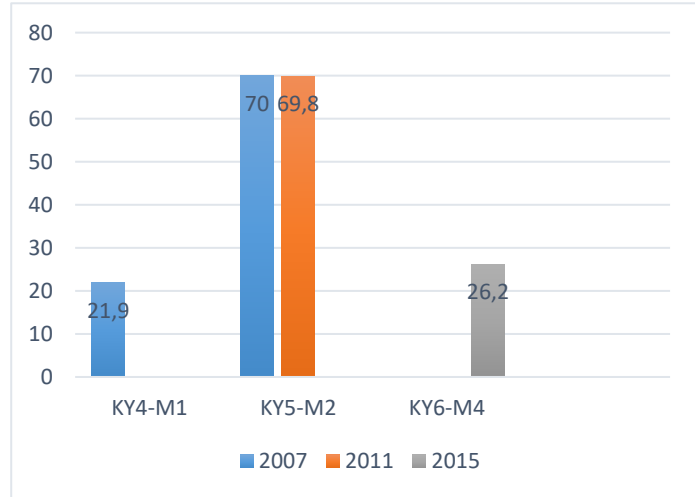
Balıkların solunum türünde belirlenen kavram yanılgılarının yıllara göre değişimi Şekil 29’ da verilmiştir. IDB Analyzer programı kullanılarak elde edilen sonuçlara göre 2007 yılında “balıklar akciğer solunumu yapar” kavram yanılgısı oranı daha yüksektir. Bu maddede “bir hayvanın pulları vardır” cümlesi öğrencileri doğrudan balık seçeneğine götürmüş olabilir. Bu anlamda daha yüksek oranda çıkması manidardır. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda “Ö3: Bu maddede öğrencileri balık seçeneğine götüren pullu olma kavramıdır; Ö6: Bu maddede “pulları vardır” öncülü öğrencileri direkt balıklara götürecektir. Ayrıca bazı balıkların akciğer solunumu yapabileceği düşüncesi ile (balının memeli değil balık olması kavram yanılgısı ile bağlantılı) “a” çeldiricisini işaretleyeceklerdir.” Çoktan seçmeli S06X maddesinde “erken dönemde solungaç solunumu yapar” öncülü temel alındığında 2015 TIMSS sınavında %33,2 oranında ortaya çıkmıştır. 2007, 2011 ve 2015 yıllarında sorulan Madde S042003 de deri solunumu yapan canlılar için %20-25 arasında “somon” yanıtı verilmiştir. Bu sonuçlara göre TIMSS bağlamında balıkların solunum türüne ilişkin kavram yanılgıları yıllara göre devam etmiş ve belirgin bir değişime uğramamıştır.

Kurbağalarda solunum türü:

KY4: Pulları vardır ve sadece akciğer solunumu yapar.

KY5: Karaciğer/Kalp/Böbrek solunumu yapar

KY6: Erken dönemlerinde solungaç solunumu yapar.

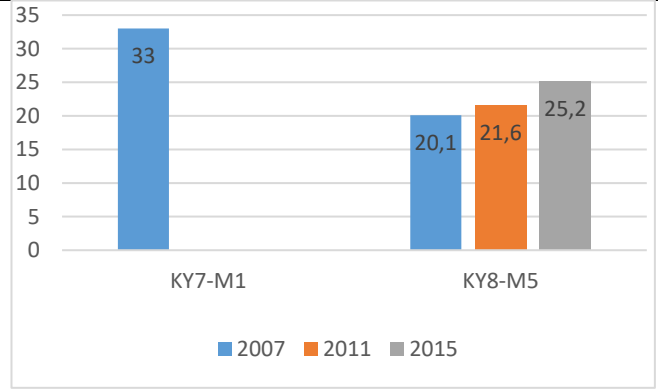


Şekil 30. Kurbağalarda Solunum Türüne İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

TIMSS kurbağalara ilişkin maddelerde solunum türüne vurgu yapmıştır. Öğrencilerin %21,9'u kurbağaları pullu ve solunum için sadece akciğerlerini kullanarak yanıtlamıştır. Kurbağaların pürüzsüz ve kaygan bir deri yapısı olduğu ve ergin döneme kadar solungaç solunumu yaptığı en önemli özelliğidir. S06X maddesinde “erken dönemde solungaç solunumu yapar” bilgisine göre verilen canlının iki yaşamlı olduğu bilinmelidir. Şekil 30' a göre, öğrencilerin %26'sı doğru yanıt vermiştir. 2007 ve 2011 yıllarında kurbağaların solunum türü sorulduğunda seçeneklere doğru yanıt olan “deri” %28 oranındadır. Dolayısıyla kurbağaların solunum türüne ilişkin %70 oranında yanılgı mevcuttur. S032542 maddesinde de sınıflandırılmış canlılar içerisinde yer alan kurbağanın %20 oranında aslan, fil, tavşan, örümcek gibi canlılarla solunum türünün ortak olduğu yanıtı verilmiştir. Kurbağaların solunum türü ile ilgili karmaşa hâkimdir. Aynı zamanda 2007, 2011 ve 2015 yıllarında sorulan S042003 maddesinde deri solunumu yapan canlılar sınıfı sorulmuştur ve yıllara göre sırasıyla %38-30 ve 32 oranında doğru yanıt verilmiştir. Bu durumda öğrencilerde kurbağaların deri solunumu yaptığını yüksek oranda bilmemekte ve bu maddeye balina, somon, timsah yanıtlarını vermiştir. Sonuç olarak kurbağaların solunum türü öğrenciler tarafından bilinmemekte ve kavram yanılgılarını ortaya çıkarmaktadır.

KY7: Sürüngenler erken dönemlerinde solungaç solunumu yapar.

KY8: Timsah deri solunumu yapar.

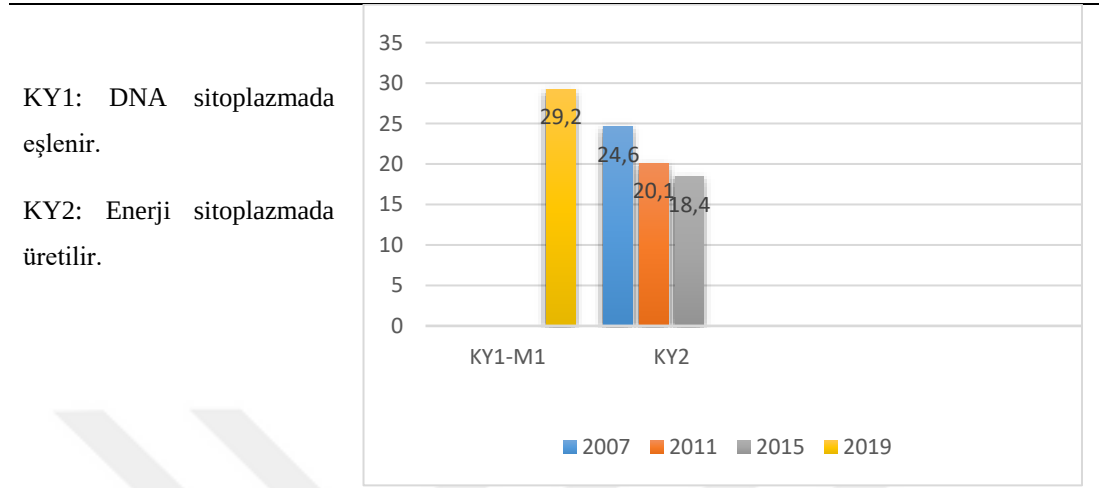


Şekil 31. Sürüngenlerin Solunum Türüne İlişkin Kavram Yanılgılarının Yıllara Göre Değişimi

Sürüngenlerin solunum türüyle ilgili olan S042001, S06X maddesinde uygulanan IDB Analyzer sonucuna göre “Sürüngenler erken dönemlerinde akciğer solunumu yapar” kavram yanılgısı oranı %33’tür. S042001 maddesinde pulları olan ve sadece akciğer solunumu yapan hayvanın hangi sınıfa dâhil olduğu sorulmuş ve doğru yanıt oranı %12 olarak tespit edilmiştir.

Sürüngenlerin sadece akciğer solunumu yaptığı bilgisi 2007 yılında %12’dir. 2015 yılında ise sürüngenler için “erken dönemde akciğer solunumu yapar” kavram yanılgısı %30 oranında ortaya çıkmıştır. S042003 maddesinde de öğrenciler timsahların deri solunumu yaptığı kavram yanılgısı oranı yıllara göre giderek artmıştır. Timsahların nemli ortamlarda yaşaması veya nemli deri yapısının olması öğrencilerin günlük hayatta izledikleri belgesel veya resimlerde, ders kitaplarında timsahları su kenarlarında görmesi bilgi eksikliğinin de eklenmesiyle kavram yanılgısının ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir. Özellikle kaplumbağaların sürüngenler sınıfında yer alması ve denizlerde yaşaması öğrencilerde kavram yanılgılarının oluşmasına neden olabilir. Sürüngenler karada ve suda yaşayabilir bununla birlikte sadece akciğer solunumu yaparlar.

Hücre ve Organeller Konusunda Belirlenen Kavram yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi. Hücre ve organeller konusunda iki madde (M1-M2) için belirlenen kavram yanlışları Şekil 32’ de verilmiştir.



Şekil 32. Hücre ve Organeller Konusu Kavram Yanlışlarının Yıllara Göre Değişimi

2007 ve 2015 yılları arasında sorulan diğer madde sonucuna göre “Enerji sitoplazmada üretilir” kavram yanlışlığı yıllara göre azalsa da 2019 yılında hala sitoplazmanın tam olarak hangi işleve sahip olduğu net olarak bilinmiyor. DNA’ nın eşlenmesi sitoplazmada gerçekleşir kavram yanlışlığı oranı %28,9’dur. Bu anlamda öğrenciler enerjinin sitoplazmada üretildiğini %18,4 olarak ifade ederken daha yüksek oranda DNA’nın sitoplazmada eşlendiği kavram yanlışlığına sahiptir.

Araştırmanın Üçüncü Amacına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın üçüncü amacı “Belirlenen Kavram Yanlışlarına İlişkin Kazanımlar 2000 yılından günümüze kadar değişen öğretim programları ve ders kitaplarında nasıl ele alınmıştır?” sorusunu cevaplamak amacıyla, belirlenen kavram yanlışlığına ait kazanımlar her bir öğretim programında incelenmiştir. Kazanım sayısı ve TIMSS bağlamında bilişsel boyut basamakları tablolar halinde sunulmuştur. Her bir öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içerik örnekleri sırasıyla verilmiştir. Bulgular Fizik, Kimya ve Biyoloji alanında sırasıyla sunulmuş, Yer Bilimleri alanında belirlenen kavram yanlışlığına ait kazanımların fen bilimleri öğretim programında karşılığı olmaması sebebiyle Yer Bilimleri alanına ait bulgular verilmemiştir.

Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların, Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi

Fizik alanında, Fiziksel Değişimler ve Maddenin Halleri, Enerji Dönüşümü ve İletimi, Elektrik ve Manyetizma, Kuvvet ve Hareket ünitelerinde belirlenen kavram yanılgılarına ilişkin kazanımların, 2000 yılından 2018 yılına kadar değişen öğretim programlarında nasıl ele alındığı, değişimi, kazanımların TIMSS bağlamında bilişsel boyutu; öğretim programlarına göre hazırlanan ders kitaplarında nasıl ele alındığına ilişkin bulgular ve yorumlar üniteler halinde sırasıyla sunulmuştur.

Maddenin Halleri ve Fiziksel Değişimler Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Maddenin tanecikli-hareketli ve boşluklu yapısı" anahtar kavramlarını içeren Maddenin tanecikli yapısı konusu birçok konunun alt yapısını oluşturmaktadır. Öğrenciler 3. sınıfta “maddeyi niteleyen özellikleri (sertlik, yumuşaklık, esneklik, kırılgenlik, renk, koku, tat, pürüzlü, pürüzsüz)”, 4. sınıfta “maddenin ölçülebilir özelliklerini (kütle, hacim)” ve 5. sınıfta “maddenin ayırt edici özelliklerini (erime, donma ve kaynama noktalarını)” öğrenmektedir. Maddenin hallerine 3. sınıfta örnek vererek başlayan öğrenciler 4. sınıfta ısı etkisiyle maddenin eriyip donabileceğini ve ısınıp soğuyabileceklerini öğrenmektedirler. 5. sınıfta ise “erime, donma, kaynama, yoğunlaşma, buharlaşma, süblimleşme, kırılgılaşma” ve maddenin ısı etkisi ile “genleşme, büzülme” olaylarını öğrenmektedirler.

Hal değişimi ve genleşme – büzülme olaylarının oluşma nedeni olan “maddenin tanecikli, boşluklu ve hareketli yapısını” ise altıncı sınıfta öğrenmektedirler. Özetlemek gerekirse öğrenciler ilk defa tanecikli yapı fikriyle 6. sınıfta tanışmaktadırlar. Konuyla ilgili anahtar kavramları öğrenebilen öğrenciler ise yine 6. sınıfta görecekları ısı iletimi ve yalıtımı, 7. sınıfta görecekları atom, molekül, iyon, saf maddeler, çözünme, 8. sınıfta periyodik tablo, hal değişim ısıları, sesin yayılması ve hava olayları gibi konularını daha iyi kavrama fırsatı bulacaklardır (Kirman Bilgin ve Yiğit, 2017).

Belirlenen kavram yanılgılarına ait TIMSS Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi ünitesi Fen bilimleri öğretim programlarında farklı ünite başlıkları altında ele alınmıştır. Belirlenen kavram yanılgıları bağlamında “Maddenin Tanecikli Yapısı ve Madde ve Isı üniteleri” incelenmiştir.

Maddenin Tanecikli Yapısı ve Madde ve Isı ünite başlıkları içinde farklı sayıda ve farklı sınıf düzeylerinde kazanımlar mevcuttur. Buna ilişkin bilgi Tablo 30' de verilmiştir.

Tablo 31

Maddenin Tanecikli Yapısına Yönelik Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

	Sınıf/Konu başlığı	Kazanımlar	TIMSS Bilişsel Boyut
TIMSS Hedef-Kazanım (Performance Objective)	1. Katı, sıvı ve gaz taneciklerinin hareketi	A. Maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin sürekli hareket halinde olduklarını ve katı, sıvı ve gazları oluşturan taneciklerin aralarındaki uzaklığı ve hareketlerindeki farklılığı tanımlar; katı, sıvı ve gazların fiziksel özelliklerini açıklamak için atom ve moleküller arasındaki uzaklık ve hareketleri hakkında bilgi verir (ör: hacim, şekil, yoğunluk ve sıkıştırılabilirlik).	Bilme /Tanımlama
		B. Bir gazın hacim ve/veya basınç ve taneciklerinin ortalama hızının değişmesini sıcaklık değişimi ile ilişkilendirir; sıcaklığın değişimi ile katı ve sıvıların genleşmesini tanecikleri arasındaki ortalama boşluğun değişimi ile ilişkilendirir.	Uygulama
2000 Öğretim Programı	5.Sınıf/ Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu	1. Isının genleşme etkisine günlük yaşamdan örnekler verir ve farklı maddelere etkisini deneylerle gösterir.	Uygulama
2005-2008 Öğretim Programı	6.SINIF FEN VE TEKNOLOJİ 3. ÜNİTE: Maddenin Tanecikli Yapısı	1. Maddenin yapı taşları olan atom	Uygulama
		1. Katıların sıvıların ve gazların sıkışma-genleşme özelliklerini karşılaştırır.	
		2.Gazların sıkışma-genleşme özelliklerinden gazlarda boşluk olduğu çıkarımını yapar.	Akıl yürütme
		4. maddenin halleri ile tanecikli yapı arasında ilişki kurmak	Uygulama
		4.1. Gazların genleşme-sıkışma özelliklerinden, moleküllerinin bağımsız olduğu çıkarımını yapar.	
		4.2. Sıvıların çok fazla sıkıştırılamayışlarından, moleküllerinin birbiri ile temas halinde olduğu sonucunu çıkarır.	Akıl yürütme
		4.3. Akma özelliklerinden yararlanarak sıvı molekülleri arasında az da olsa boşluk bulunduğu çıkarımını yapar.	
		4.4. Gazların ve sıvıların akma özelliklerinden, moleküllerinin öteleme hareketi yapabildiği çıkarımına ulaşır.	
	6.SINIF 6. ÜNİTE: Madde ve Isı	4.5. Katılarda atom ve moleküllerin öteleme hareketi yapmadığını tahmin eder.	
		1. Maddenin tanecikli yapısı ve ısı ile ilgili olarak öğrenciler	Akıl yürütme
		1.1. Gözlem yaparak maddeler ısındıkça taneciklerin hızlandığı sonucuna varır.	
		1.2 Maddeler arası ısı aktarımı ile atom moleküllerin çarpışması arasında ilişki kurar.	Uygulama

(Devam ediyor)

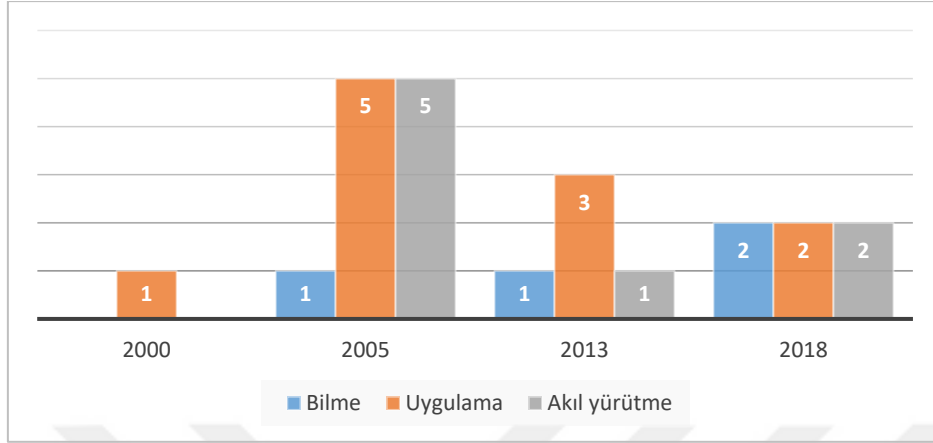
Tablo 31 (Devam)

Maddenin Tanecikli Yapısına Yönelik Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

	Sınıf/Konu başlığı	Kazanımlar	TIMSS Bilişsel Boyut
2013 Öğretim Programı	5.sınıf 3.ÜNİTE: MADDENİN DEĞİŞİMİ	5.3.1.1. Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik deneyler yapar, elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.	Akıl yürütme
	5.3.4. Isı Maddeleri Etkiler	5.3.4.1. Isı etkisiyle maddelerin genleşip büzüleceğine yönelik deneyler yapar ve sonuçlarını tartışır.	Akıl yürütme
		5.3.4.2. Günlük yaşamdan örneklerle genleşme ve büzülme olayları arasındaki ilişkiyi fark eder.	Uygulama
	6.sınıf 3.ünite 3.1 maddenin tanecikli yapısı	6.3.1.1. Maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu kavrar. (Hareketli yapı ile ilgili titreşim, öteleme ve dönme kavramlarına değinilir.)	Bilme
2018 Öğretim Programı		6.3.1.2. Hâl değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve hareketliliğin değiştiğini kavrar.	Uygulama
	5.sınıf 4. ünite: madde ve doğası – . Maddenin Hâl Değişimi	F.5.4.1.1. Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur	Akıl yürütme
	5.4.4. Isı Maddeleri Etkiler	F.5.4.4.1. Isı etkisiyle maddelerin genleşip büzüleceğine yönelik deneyler yaparak deneylerin sonuçlarını tartışır	Akıl yürütme
		F.5.4.4.2. Günlük yaşamdan örnekleri genleşme ve büzülme olayları ile ilişkilendirir.	Uygulama
	6.sınıf 4. ünite: madde ve ısı kazanım- F.6.4.1. maddenin tanecikli yapısı	F.6.4.1.1. Maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu ifade eder. (Hareketli yapı ile ilgili titreşim, öteleme ve dönme kavramlarına değinilir.)	Bilme
		F.6.4.1.2. Hâl değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır	Uygulama

Tablo 31’ e göre belirlenen kavram yanılgısına yönelik konu ve kazanımlar fizik ve kimya alanında ortaktır. Bu nedenle kazanımlar incelenirken kavram yanılgısı ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülen kazanımlara yer verilmiştir. 2000 öğretim programında 4. sınıf ikinci ünite “Maddenin Doğası” ünitesinde, maddenin halleri ve tanecikli yapısına ilişkin temel düzeyde kazanımlar yer almıştır. Bunlar “maddelerin bulunabileceği hallere örnekler verir ve maddenin tanecikli yapısına günlük yaşamdan örnekler verir.” kazanımlarıdır. Bununla birlikte “Aynı hacimde bir katı, sıvı ve gaz maddelerin belirgin özelliklerini örneklerle açıklar” kazanımı dolaylı olarak ilişkilidir.

Kavram yanılgısı maddenin ısı alıp vermesi ile atom sayısının, büyüklüğünün değişip değişmeyeceğiyle ilgili olduğu için madde ve ısı konuları da incelenmiştir. Bu anlamda kazanımlarda hem fizik hem de kimya alanına yönelik ünite ve konulara yer verilmiştir.



Şekil 33. Kazanımların TIMSS Bağlamında Bilişsel Yıllara Göre Dağılımı

TIMSS maddeleri incelendiğinde bilme ve uygulama düzeyinde üç madde yer almaktadır. TIMSS hedef kazanımında kazanımlar uygulama düzeyinde daha açık, detaylı ve net olarak ifade edilmiştir. 2000 öğretim programında beşinci sınıf düzeyinde ilgili kazanım bir tanedir. Isı ve ısıнын maddedeki yolculuğu ünitesinde yer alan “*Isının genleşme etkisine günlük yaşamdan örnekler verir ve farklı maddelere etkisini deneylerle gösterir*” kazanımında bilme ve akıl yürütme düzeyinde binişik olarak yazılmış iki kazanım ifadesine yer verilmiştir.

Belirlenen kavram yanılgıları en çok 2007 TIMSS sınavında görülmüştür. 2007 TIMSS sınavına giren sekizinci sınıf öğrencileri 2000 öğretim programı ile yetişmiştir. 2000 yılı öğretim programında beşinci sınıf Isı ve ısıнын Maddedeki Yolculuğu ünitesinde bilme boyutunda bir kazanıma yer verilmiştir. Maddelerin ısı aldığında ya da ısı kaybettiğinde tanecik sayıları, tanecik boyutu, kütle değişimine ait herhangi bir kazanıma yer verilmemiştir. “Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür; Bir madde soğutulduğunda molekül sayısı azalır, Bir madde soğutulduğunda boyutu küçülür; Bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar” kavram yanılgıları 2011 yılına göre daha fazla oranda görülmüştür. 2000 öğretim programında 4. sınıf düzeyinde Maddenin Doğası ünitesinde:

- Maddelerin bulunabileceği hallere örnekler verir.
- Maddelerin hal değiştirmesini deneylerle gösterir.
- Katı, sıvı ve gaz maddelerin belirgin özelliklerini örneklerle açıklar, kazanımlarına yer verilmiştir.

Beşinci sınıf öğretim programında Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu ünitesinde “Isının genleşme etkisine günlük yaşamdan örnekler verir ve farklı maddelere etkisini deneylerle gösterir.” Kazanımında genleşme kavramı altında maddelerin taneciklerine yer verilmiştir. İlgili ders kitabı içerik örneği Görsel 1’ de verilmiştir.

2000 programına göre hazırlanan 5. Sınıf Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu

Kavram yanlışlarına neden olabilecek içerik

Kazanım: Isının genleşme etkisine günlük yaşamdan örnekler verir ve farklı maddelere etkisini deneylerle gösterir.



Gösterimlerin hatalı olması, yerinde verilmemesi: Görselde farklı maddelere ait tanecik sayısı verilmiş ve maddenin hali sorulmaktadır. Katı, sıvı ve gaz maddeler için giderek azalan tanecik sayısı verilmiştir. Görselde aynı madde kullanılırsa ve tanecik sayısı eşit şekilde çizilirse ortaya çıkabilecek kavram yanlışlığı engellenmiş olur.

Görsel 1. Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesi Ders Kitabı Örneği

Görselde tanecik sayıları madde hal değiştirirken farklı sayıda verilmiş ve kavram yanlışlarına sebebiyet verecek şekilde hazırlanmıştır. 2007 TIMSS sınavına giren öğrenciler 2000 öğretim programı ve ders kitaplarına göre yetişmiştir. 2007 TIMSS sınavında S042272 maddesinde sıvı soğutulduğunda moleküllerin sayısı azalır; S032158 maddesinde ise gaz ısıtıldığında gaz moleküllerinin “sayıları artar” yanıtı yüksek oranda verilmiştir. Ders kitabında maddenin hal değiştirdikçe tanecik sayısına ilişkin herhangi bir etkinlik, sözel veya görsel içeriğe yer verilmemiştir.

2005 yılında öğretim programının değişmesi ile fen programlarında içerik sarmal bir yaklaşım temel alınarak düzenlenmiştir. Sınıf düzeyi arttıkça bilgi, anlayış ve becerilerin derinliğinin arttığı ve kapsamının genişlediği gözlenmiştir. Yedinci ve sekizinci sınıf kazanımları incelendiğinde fiziksel değişim sırasında tanecik boyutu ve sayısının değişeceği yönünde kazanım bulunmamaktadır. Bu kavram yanlışları kütlelenin korunumu, madde ve enerji konularında da kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmuştur.

Altıncı sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı ve Madde ve Isı” ve “Maddenin Halleri ve Isı” ünite başlıkları altında uygulama ve akıl yürütme basamağında toplam on bir kazanıma yer verilmiştir. 2000 öğretim programına göre kazanımlar öğrenci davranışına

daha dönük, tek bir davranışa yönelik, kenetlilik, açık-seçiklik, yazıldığı alan ve düzeye uygunluk ve tamamlayıcılık ilkelerine göre yazılmıştır.

2005 öğretim programında öğrenciler 4. ve 5. Sınıf fen ve teknoloji dersinde maddenin üç halde bulunduğunu fark etmiş, ısınma ve/veya soğuma yoluyla maddenin hal değiştirdiğini, genişlediğini veya büzüldüğünü sezmıştır. 6. Sınıf Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinde öğrenciler maddelerin sıkışma, genişleme özelliklerini karşılaştırarak tanecikler arasında boşluklar olduğunu öğrenecek ve yedinci sınıfta atomun yapısını kavrayabilmesi için alt yapı oluşturacaktır (MEB, 2005).

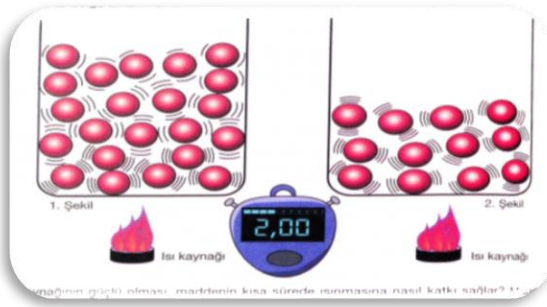
“Maddenin halleri ile tanecikli yapı arasında ilişki kurmak” konu başlığında kazanımlar arasında katı, sıvı ve gazların tanecikleri arasındaki boşluk, taneciklerin hareketi, titreşim sayısı ve taneciklerin hızına yer verilirken, fiziksel değişimler sırasında tanecik sayısının, tanecik boyutunun nasıl değişeceğine ilişkin kavram yanlışlarını önleyecek kazanımlara yer verilmemiştir. Bu kazanımlara göre hazırlanan ders kitabı içeriği örneği;

2005 öğretim programı Ünite: Maddenin Tanecikli Yapısı (MEB, 2008, sf:161)

Kavram yanlışlarına neden olabilecek içerik

Kazanım: 6.3.1.1. Maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu kavrar.

Gösterimlerin hatalı olması: Görselde ağız açık kaptaki maddeye ısı verildikçe, tanecik sayısının azaldığı gösterilmiştir. Fakat buharlaşma vs ile ilgili herhangi bir ayrıntı yoktur.



Görsel 2. 2005 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Ders Kitabı Örneği

Görsel 2’ de ağız açık olarak verilen iki kaptaki tanecik modelleri verilmiştir. Isı alan kaplarda farklı tanecik sayısı gösterilmiştir. Görsel detaylı incelendiğinde tanecik sayısının değişimine yönelik açıklamaya yer verilmemiştir. Öğrencilerde “bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı azalır; madde soğutulduğunda tanecik sayısı artar” gibi kavram yanlışları oluşmasına neden olabilecek bir içeriktir.

TIMSS kazanımlarında da katı, sıvı ve gaz taneciklerinin sürekli hareket halinde oldukları, aralarındaki uzaklık ve hareketlerindeki farklılık, ortalama hızları ve katı ve sıvıların genişleme sırasında tanecikleri arasındaki ortalama boşluğun değişmesine

yönelik kazanımlar yer almaktadır. 2005 öğretim programlarındaki kazanımlar ve TIMSS kazanımları birbirini karşılamakla beraber TIMSS kazanım açıklamalarında yer verilen hacim, şekil, yoğunluk kavramlarına 2005 öğretim programında Maddenin tanecikli yapısı ünitesinde yer verilmemiştir.

2011 TIMSS sınavına katılan öğrenciler 2005 öğretim programı ile yetişmiştir. 2011 TIMSS sınavında 2007 yılına göre başarı oranında artış gözlenmekle beraber uluslararası başarının altında ya da sınırında bir başarı mevcuttur. Yıllara göre değişimi incelendiğinde, 2011 TIMSS sınavında özellikle gaz ısıtıldığında gaz moleküllerinin daha hızlı hareket ettiğine yönelik başarı oranı artarken, gaz tanecikleri büyür, sayıları artar kavram yanlışlarının da ise azalma görülmüştür. Azalma oranı aynı şekilde doğru yanıt oranında artışa neden olmuştur. Bu bağlamda katı, sıvı ve gaz taneciklerinin ısı ile hareketliliğinin değişmesine yönelik kazanımların varlığı başarı artışında etkili olmuştur. Bununla birlikte ders kitaplarında özellikle taneciklerin hareketine yönelik içerik yoğun oranda arttırılmıştır. 2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı ve öğrenci çalışma kitabında tanecikler arasındaki boşluk, tanecik hareketlerine ilişkin yoğun olarak hem görsel hem de sözel içeriğe rastlanmaktadır. Dolayısıyla kavram yanlışlarının azalmasının nedenleri arasında ilgili kavram yanlışlarına yönelik kazanımın ve bu kazanıma yönelik hazırlanan içerik doğru cevaba götürmede etkili olmuş, denilebilir.

2013 Öğretim programında Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesi beşinci sınıf düzeyinde ele alınmıştır. Ünite başlığı aynı kalmış kazanım sayısı azalmış ve içerik sadeleştirilmiştir. 2005-2008 öğretim programında kazanımlar daha ayrıntılı ifade edilirken 2013 programında kazanımlar binişik olarak verilmiştir. “Isı maddeleri etkiler” konusunda beşinci sınıf düzeyinde iki kazanım bulunmaktadır. Bu kazanımlarla öğrencinin genleşme ve büzülme kavramlarını uygulama düzeyinde öğrenmesi beklenmektedir. 2013 öğretim programı ile yetişen öğrenciler 2019 TIMSS sınavına katılmış olup 2019 yılında “Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür; Bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar.” kavram yanlışlarında 2011 yılına göre artış görülmüştür. 2013 öğretim programında da bir madde ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecik sayısı/ tanecik boyutuna ilişkin kazanımlar yer almamakla birlikte başarının düşmesi ve kavram yanlışlarının artmasının nedeni kazanımların azalması ve daha genel ifade edilmesi olabilir. Kazanım sayısı azalmakla birlikte akıl yürütme basamağına yönelik kazanım sayısı da azalmıştır. Yaz ve Kurnaz (2017), 2013 fen bilimleri öğretim programının incelenmesine yönelik araştırmasında 2013 Fen Bilgisi Öğretim Programını bilgi boyutları bakımından incelemiş ve programda bulunan kazanımların %63,41’inin

kavramsal bilgi boyutunda olduğunu tespit etmiştir. MEB (2013)'e göre Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının birinci amacının; “Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri, Sağlık ve Doğal Afetler hakkında temel bilgiler kazandırmak”, olduğu göz önünde bulundurulduğunda kavramsal bilgiye ait kazanım sayısının fazla olması beklenen bir durum olarak nitelendirilebilir. Programda üst bilişsel bilgi boyutu içeren kazanımlara %2,7 oranında yer verildiği dikkati çekmektedir. 2013 programı amaçları göz önüne alındığında üst bilişsel bilgiye yönelik kazanım sayılarının sınırlı kaldığı söylenebilir. Ayvacı ve Özbek (2014), 2013 fen bilimleri dersi programına yönelik araştırmasında öğretmenler programın sadeleştirilmesi, zorlanan konuların hafifletilmesi, öğrenci seviyesine uygun olmayan konuların kaldırılması, kazanım sayısının azaltılması yönünde görüş bildirilmiştir. MEB (2013), bireylerin fen okuryazarı olması için sahip olmaları beklenen becerilere yaratıcılık, girişimcilik ve analitik düşünme kavramlarını yeni programa dahil edilmiştir. Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını benimseyen bu programda kazanım sayılarının azaldığı da göze çarpmaktadır. Araştırma sonucuna göre akıl yürütme basamağına ilişkin kazanım sayısının da azaldığı görülmektedir. 2019 TIMSS sınavında “Bir madde ısıtıldığında tanecikleri büyür; Bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar” kavram yanılgıları 2011 yılına göre artış göstermiştir. 2013 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içeriğinde maddenin tanecikli yapısı ünitesinde ısı ile maddenin tanecik sayısı, büyüklüğüne ilişkin içeriğe yer verilmezken Isı Maddeleri Etkiler ünitesinde genleşme ve büzülme kavramları altında kavram yanılgısı oluşturabilecek içeriğe rastlanmıştır.

2013, 5. Sınıf Maddenin Değişimi 4. Kavram yanılgılarına neden olabilecek içerik Bölüm: Isı Maddeleri Etkiler.

“Maddelerin ısı alması sonucunda hacimlerinin artmasına **genleşme** denir. Maddelerin ısı vermesi sonucunda hacimlerinin azalmasına ise **büzülme** denir.”



Eksik içerik: Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması “Isı maddeleri etkiler” başlığında genleşme ve büzülme kavramları açıklanmıştır. Isının maddenin tanecikli yapısı üzerinde etkisine ait içerik mevcut değildir. Genleşme ve büzülme kavramları hacim artması azalması olarak açıklanmıştır.

Eksik içerik: Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması. Örneklerin yeterli olmaması Sıvıların genleşmesi genellikle hacim artması olarak açıklanmıştır. Fakat “genellikle” kavramının daha net ve örneklenilerek açıklanması gerekir. Bu tanıma uymayan maddelere ait örnekler yer verilmemiştir.

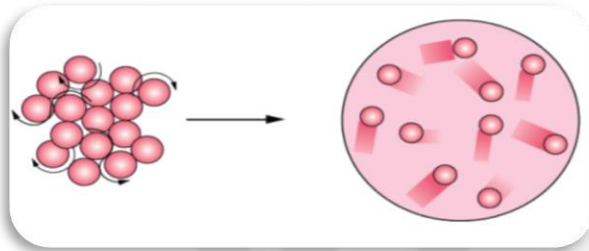
Gösterimlerin eksik olması: Görselde maddenin ısı aldığı nasıl yükseldiği tanecik boyutu ile gösterilmelidir. Kütle ve hacim kavramlarını yeterince kavramayan öğrenciler için bu durum kütle artışı olarak ifade edilebilir.

Görsel 3. 2013 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Ders Kitabı Örneği

2013 öğretim programına göre hazırlanan beşinci sınıf ders kitabında “Isı maddeleri etkiler” konu başlığında maddenin genleşme ve büzülme kavramları hacim artması- azalması ile açıklanmış, maddenin tanecik boyutuna değinilmemiştir. Henüz kütle, hacim kavramlarını bilmeyen öğrenciler maddelerin ısı aldıkça ya da ısı verdikçe hacimlerinin neden artıp azaldığını somut olarak düşünememekte ve hacim artışını ya da hacmin azalmasını kavrayamamaktadır. Dolayısıyla maddelere ısı verildikçe taneciklerin büyüdüğünü ya da sayısının arttığını düşünmektedirler.

6.sınıf 3.ünite 3.1 maddenin tanecikli yapısı (MEB, 2015, ss: 152, 156)

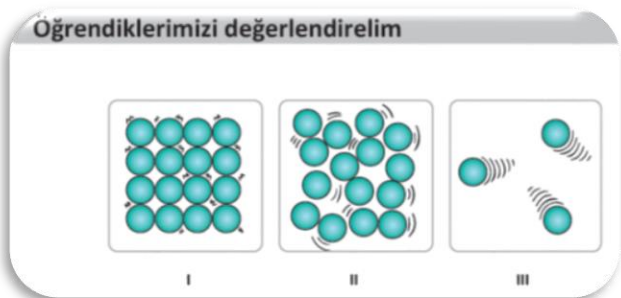
Kavram yanlışlarına neden olabilecek içerik



Gösterimlerin hatalı olması, yerinde verilmemesi: Görselde madde hal değiştirdikçe tanecik sayısı azalmaktadır.



Gösterimlerin hatalı olması, yerinde verilmemesi: Maddenin hal değişimi esnasında farklı sayıda tanecik verilmiştir.



Hazırlık, geliştirme ve değerlendirme sorularında kavram yanlışlarına neden olabilecek içerik: Kapalı kaplarda bulunan katı, sıvı ve gaz maddeler hal değişimi olmasa bile sayı olarak oldukça farklı verilmiştir. Öğrencilerde katılarda tanecik sayısı fazla, gazlarda tanecik sayısı az kavram yanlışına neden olabilir.

Görsel 4. Altıncı Sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” Ünitesi Ders Kitabı İçeriği

2015 yılında basılan ve 2013 öğretim programına göre hazırlanan altıncı sınıf ders kitaplarında da belirlenen kavram yanlışısını giderecek herhangi bir içerik yer almamakla birlikte kavram yanlışına neden olabilecek içeriğe rastlanmıştır.

2018 yılında değişen ğretim programlarında ilgili konu Madde ve Doğası madde, madde-ısı, saf madde-karışım, endüstri konularına indirgenmiştir. 2018 Fen Bilimleri ğretim Programına değerlerimiz ve yetkinliklerle bütünüleşmiş bilgi beceri ve davranışlara sahip bireyler yetiştirme boyutu eklenmiş ve toplumsal boyuta eğilim gösterilmiştir. 2018 Fen Bilimleri ğretim Programı'nda bilgiden çok beceri kazanımına ağırlık veren ğrenci merkezli, gündelik yaşamla ilişkilendiren, bilimsel metotları kullanan, bilim insanı gibi düşünebilen nitelikli bireyler yetiştirme hedefinden ileri geldiği söylenebilir. Başka bir bakış açısıyla düşünöldüğünde, bilişsel, duyuşsal ve devinişsel alanların tüm alt boyut özellikleri göz önünde bulundurularak yapılandırılmaya gidilmediği sonucunu da doğurmaktadır (Özcan ve Kaptan, 2019).

2018 Öğretim programında beşinci sınıf dördüncü ünite Madde ve Doğası konu alanı içindeki Madde ve Değişim ünitesi bu sınıf seviyesinde en uzun ünedir. Altı kazanımdan oluşmakta ve dört ayrı konuyu kapsamaktadır. Birinci konu Maddenin Tanecikli Yapısı konusu bir kazanımdan oluşmakta ve bu kazanımın toplam 6 ders saatinde verilmesi planlanmıştır. Bu kazanımda erime, donma, kaynama, yoğuşma, buharlaşma, kırığılaşma, süblimleşme kavramlarına yer verilmiştir. İkinci konu Maddenin Ayırt Edici Özellikleri, üçüncü konu olan Isı ve Sıcaklık için 7 ders saati önerilmiştir. Bu konuda ısı ve sıcaklık ve ısı alışverişi kavramlarının verilmiştir. Ünite ile ilgili Isı Maddeleri Etkiler son konuda iki kazanım yer almıştır. Konu ile ilgili kavramlar genleşme ve büzülmedir. Birinci kazanımda öğrencilerin ısı etkisiyle maddelerin genleşip büzüleceğine yönelik deneyler yaparak deneylerin sonuçlarının tartışması istenir. İkinci kazanımda ise günlük yaşamdan seçilen örneklerin genleşme ve büzülmeye olayları ile ilişkilendirilmesi istenmektedir (Yıldırım, 2020. Ed. Ayvacı).

Araştırma sonucuna göre öğrencilerde temel bilgi eksikliğinden kaynaklı kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiş ve 2018 ğretim programında kazanım sayılarının giderek azaldığı ortaya çıkmıştır. Kazanımlarda azaltılma yoluna gidilecekse hangi kazanımların çıkarılması ve hangi kazanımların eklenmesi gerektiğine yönelik derin araştırmalar yapılması gerekmektedir. Örneğin ğrenciler 2007 yılında da ısıнын tanecik sayısını, tanecik boyutunu değiştireceğini ifade ederken 2019 yılında da aynı şekilde bu kavram yanlışısını devam ettirmektedir. 2013 Fen Bilimleri Dersi ğretim Programından beklenenlerin, programdaki değişikliklerin ve uygulama aşamasında sorun teşkil edebilecek yönlerin ortaya koyulması programın daha etkili ve yararlı olabilmesi açısından önemlidir (Ayvacı ve Özbek, 2014).

2018 öğretim programı 2013 öğretim programına göre daha sadeleştirilmiş ve kazanım sayısı azaltılmıştır. Ayrıca 2018 öğretim programında maddenin hal değişimi, maddenin tanecikli yapısı ve madde ve ısı konuları aynı ünite başlığı altında yer almıştır. 2018 programında beşinci sınıf düzeyinde ünite başlığı değişmiş ve “Madde ve Doğası” ünitesinde “Maddenin Hal Değişimi” konu başlığında bir kazanıma yer verilmiştir. Aynı ünite “Isı Maddeleri Etkiler” konu başlığında bir kazanım yer almakta ve bu kazanımda “F.5.4.4.1. Isı etkisiyle maddelerin genişip büzüleceğine yönelik deneyler yaparak deneylerin sonuçlarını tartışır.” kazanımı ile ısıнын maddeye etkisine yer verilmiştir. TIMSS bağlamında bilme, uygulama ve akıl yürütme basamakları düzeyinde kazanımlara yer verilse de öğretim programında belirlenen kavram yanlışlarını giderecek kazanımlara yer verilmemiştir. İlgili kazanıma göre hazırlanan ders kitabı içeriğinde maddenin hal değiştirmesi sırasında tanecik sayısı ya da tanecik boyutunun değişimine ilişkin içerik mevcut değildir.

2017-2018 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içerik örneği	Kavram yanlışlarına neden olabilecek içerik
1) Aşağıdaki görsellerde gösterilen madde tanecik modellerinin maddenin fiziksel haline göre eşleştirilmesi hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir? I  II  III 	Kavram yanlışlarına neden olabilecek görsel içerik a. Gösterimlerin hatalı olması Görselde kapalı kaplarda katı, sıvı ve gaz ilişkili tanecik modelleri verilmiştir. Bu görsel, maddenin hal değiştirdikçe tanecik sayısının da değişeceği kavram yanlışlığına neden olabilir.

Görsel 5. Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesi Altıncı Sınıf Ders Kitabı Örneği

2019 TIMSS sınavına katılan sekizinci sınıf öğrencileri bu kitabı kullanmıştır. SP7X maddesinde öğrencilerin %23’ünde “Bir gaz ısıtıldığında tanecik sayısı artar” ve %26’ında “bir gaz ısıtıldığında tanecikleri büyür” kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. TIMSS gibi uluslararası sınavların öğretim programlarımızın değişiminde etkili olduğu bilinmektedir, fakat belirlenen kavram yanlışlığını giderecek kazanım ve bu kazanıma göre hazırlanan içeriğe yer verilmemiştir.

2000 yılından 2018 yılına kadar öğretim programları incelendiğinde kazanımların giderek azaldığı ve içeriğin sadeleştiği görülmektedir. Örneğin, 2005 Öğretim programında üniteler organize edilirken bazı temel anlayışlar ve hareket noktaları belirlenmiş ve ünitelerde bu ana ilkelere olabildiğince uyum sağlanacak şekilde kazanım ve etkinlik seçimine gidilmiştir. Sözü geçen temel anlayışlar ve hareket noktaları arasında

“Az Bilgi Özdür” noktası önemlidir. “Az Bilgi” hangi bilgileri içermeli ve az bilgi eksik bilgi edinmeye yol açabilir mi? soruları oluşmaktadır. Belirlenen kavram yanılgısı fen bilimlerinin en temel noktasını oluşturmaktadır. Fizik ve kimya alanında da birçok konuda maddenin tanecikli yapısı atom, element, bileşik, kütle, hacim, yoğunluk, kütlenin korunumu kanunu, madde ve ısı ünitelerinde belirlenen kavram yanılgıları önem teşkil etmektedir. Bu anlamda öğrencilerin temel bilgi eksikliğinden kaynaklı kavram yanılgıları belirlenmiştir.

Öğretim programlarında maddenin tanecikli yapısı ve Madde ve ısı ünite başlıkları altında maddelerin fiziksel hal değişimi sırasında aralarındaki boşluklu yapısı, hareketleri, titreşim sayılarına ilişkin kazanımlara yer verilirken bu kazanımların altında taneciklerin boyutu, maddenin kütlesinin değişip değişmeyeceğine ilişkin herhangi bir kazanım ya da açıklamaya yer verilmemiştir. Kazanımlar tanecikler arası boşluk ve taneciklerin hareketi üzerinde odaklanmıştır. TIMSS maddeleri incelendiğinde tanecik sayısı ve tanecik boyutu üzerinde de odaklandığı düşünülürse öğretim programlarının güncellenmesinde ilgili kavram yanılgılarını giderecek kazanımlara yer verilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

2007 yılında bilme düzeyinde maddelerde uygulama düzeyine göre başarı oranı daha yüksektir. Genel olarak bilme basamağında başarı daha yüksekken uygulama ve akıl yürütme basamaklarına doğru başarı oranı azalmaktadır. 2005 Öğretim programlarında kazanım sayısının artması ve özellikle uygulama ve akıl yürütme düzeyinde kazanım sayısının arttığı ve 2011 TIMSS sonuçları incelendiğinde başarı oranının da arttığı dikkat çekmektedir. 2019 TIMSS sınavında öğrenciler bu ünite için 2017 yılında değişen öğretim programı ile yetişmiştir. 2017 öğretim programı kazanımları ile 2018 öğretim programı kazanımları bu üniteye birebir aynıdır. 2019 TIMSS sınavında akıl yürütme düzeyinde sorulan maddede başarı oranının düştüğü ve kavram yanılgısı oranının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, 2013 ve 2018 fen programında bilimsel bilgi ve özelliklerine yer verildiği saptanmış ve bu durum farklı ülkelerde özellikle uluslararası sınavlarda başarı elde eden ülkelerle kıyaslandığında konu bağlamında benzerlik olduğu fakat ülkelerin amaçları içerisinde konulara entegre edilen bilimsel bilgi ve özellikleri karşımıza çıkmakta iken ülkemizde sadece program amacı olarak belirlenmiş ve konulara dahil edilemediği görülmüştür (Özcan ve Kaptan, 2019). Bu kavram yanılgıları öğretim programlarında ihmal edilmiştir ve 2007 yılından 2019 yılına kadar TIMSS sınav sonuçlarında ortaya çıkmış olmakla birlikte, öğrenciye bırakılmaması gerekmektedir.

Araştırma sonucuna göre belirlenen kavram yanlışları öğretim programları ve ders kitaplarındaki eksik ve yanlış olarak ele alınmıştır. Öğretim programlarında maddenin tanecikli yapısı ünitesinde genleşme, büzülme gibi kavramlar doğrudan hacim ile verilmiştir. Isının maddeler üzerindeki etkisi, taneciklerin aralarındaki boşluk ve taneciklerin hareketine yönelik iken tanecik sayısı ya da tanecik boyutuna ilişkin değişime yönelik herhangi bir kazanım ve içerik mevcut değildir. Bununla birlikte ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek eksik içerik ve hatalı görsellere yer verilmiştir. 2000 yılından günümüze kadar öğretim programlarının değişmesi kavram yanlışlarını giderecek nitelikte olmamıştır. TIMSS bağlamında belirlenen bu kavram yanlışları öğretmen görüşleri ile desteklenmiş ve öğretmenlerin de belirlenen bu kavram yanlışlarına öğretim programlarında öğretmenleri aydınlatıcı şekilde yer verilmesi gerektiğine değinmişlerdir.

Fiziksel değişimler konusunda, öğrencilerde, maddelerin ısıtıldığında kütlelerinin artacağı ya da azalacağı, suyun donarken kütle, hacim ve yoğunluk değişimine yönelik kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. Öğretim programları incelenirken fiziksel değişimler sırasında kütle ve hacmin nasıl değişeceği, istisnai durum içeren suyun donarken kütle ve hacminin nasıl değişeceğine yönelik kazanımlar taranmıştır.

Belirlenen kavram yanlışlarında kütle değişimi, hacim ve yoğunluk kavramları ile beraber açıklanmış ve bu bağlamda derin bir araştırma yapabilmek amacıyla sadece ilgili kavram yanlışlarına yönelik kazanımlar değil, Fizik alanında Maddenin Tanecikli Yapısı ve Kimya alanında Madde ve Isı ünitelerinde yer alan kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarına ait kazanımlar incelenmiştir.

2000 yılından 2018 yılına kadar değişen öğretim programlarında kütle ve hacim kavramları ilk defa 4. sınıf düzeyindedir. Ortaokul fen bilimleri öğretim programlarında kütle ve hacim kavramlarına ilişkin kazanımlar incelendiğinde kütle ve hacim kavramları ile maddenin tanecikli yapısı arasındaki ilişkiye değinen herhangi bir kazanıma yer verilmemiştir.

2000 öğretim programına göre hazırlanan 5. sınıf ders kitabında ısı ve ısının maddedeki yolculuğu ünitesinde yer alan “ısının erime, donma, kaynama, buharlaşma, yoğunlaşma ve süblimleşme olaylarında nasıl rol oynadığını deneylerle gösterir” kazanımına ait içerikte maddelerin hal değiştirirken taneciklerin hareketi ve tanecikler arası boşluğun nasıl değiştiğine ilişkin açıklama mevcutken, bir maddenin ısıtıldığında ya da soğutulduğunda kütlelerinin nasıl değişeceği yönünde herhangi bir bilgi mevcut değildir.

Tablo 32

Fiziksel Değişimler Konusunda Hazırlanan Ders Kitabı İçeriği

2000 Öğretim programına göre hazırlanan 5.sınıf ders kitabı sf: 148 (MEB)

“Maddelerin çoğunun erirken hacimleri büyür, donarken hacimleri küçülür. 0 °C deki su yavaş yavaş ısıtılırsa hacmi küçülmeye başlar ve +4 °C de en küçük değerine ulaşır. Bu durumda suyun öz kütlesi en büyük değerini alır. Bu değer 1g/cm³ tür. Suda yüzen maddelerin öz kütlesinin suyunkinden daha küçük olduğunu da öğrendin. Bu nedenle hava sıcaklığı 0 °C’ nin altına düşünce donan su molekülleri suyun yüzeyinde kalır. Sıcaklık daha da düşerse buz tabakasının kalınlığı artar”

Eksik içerik: Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması: Maddelerin donarken ya da erirken hacimlerinin nasıl değiştiği maddelerin tanecikli yapısı ile ilişkilendirilmemiştir. Bununla birlikte hacim değişirken kütlenin sabit kaldığı ve yoğunluğun da buna bağlı olarak arttığı kısaca verilmiştir.

İçerikte suyun donarken hacminin büyüdüğü, ısıtıldığında ise +4 C⁰ de hacminin en küçük değerine ulaştığı, öz kütle-yoğunluğun da en büyük değeri aldığı bilgisi mevcuttur. Fakat hacmin nasıl arttığı ve bununla birlikte kütlenin sabit kaldığı için yoğunluğun da nasıl azaldığı açıklanmamış, maddenin tanecikli yapısı ile ilişkilendirilmemiştir. Bu durumda öğrenci bilgiyi yapılandırmakta zorluk çekebilir. TIMSS bağlamında incelenen maddelerde özellikle öğrencilerin yoğunluk kavramına ilişkin maddelerde de başarısız olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda maddenin tanecikli

S022x maddesinde 2007 yılında öğrencilerin %29,2’ si tam doğru yanıt verirken, %13,3 suyun yoğunluğu azaldığı için kütlesi azalır; %36 hacim ve yoğunluğu arttığı için kütlesi de artar yanıtını vermiştir. Madde S042x “suyun donarken kütlesi artar, hacim sabit kalır, su donarken kütle artar (%36); su donarken hacim değişmez (%20)” olarak kavram yanılgıları tespit edilmiştir. 2007 TIMSS sınavında her iki madde için de yüksek ve aynı oranda su donarken kütlesi artar kavram yanılgısı mevcuttur. Öğrenciler bu bilgiyi de hacim ve yoğunluk ile ilişkilendirmiş ve bu kavramları da tam doğru olarak açıklayamamıştır. 2000 öğretim programları ve ders kitaplarında belirlenen kavram yanılgılarını giderecek kazanım ve içeriğe doğrudan yer verilmemiştir. Maddelerin ısıtıldığında ya da soğutulduğunda kütle değişimine ait herhangi bir açıklama veya tanecikli yapı ile ilişkilendirmeye ait içerik mevcut değildir. Suyun donarken hacim ve yoğunluğunun değişimine ait bilgi verilirken detaylı herhangi bir açıklamaya yer verilmemiştir.

2005 öğretim programında 4. sınıf Fen Bilimleri dersinde öğrenci madde, cisim, malzeme ve eşya kavramlarını öğrenmiş, bunların duyuşal özelliklerini, miktar ölçüsü olarak kütle ve hacim niceliklerini ve bunların nasıl ölçülüp ifade edildiğini kavramıştır. 5. sınıf “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesinde amaçlanan ısının madde üzerindeki etkilerini gözden geçirirken bu ilişkiyi içselleştirmek; genleşme büzülme ve

hâl değişimi olgularının gündelik hayattaki anlam ve önemini vurgulamak ve maddenin kendi özgün nitelikleri kullanılarak nasıl tanınabileceği konusuna bir giriş yapmaktır (MEB, 2005). TIMSS bağlamında belirlenen kavram yanılgıları doğrultusunda “Isı etkisiyle maddelerin hacimlerinin arttığını, gündelik hayattan örneklerle doğrular” kazanımı ile öğrenciler ısı verilen bir maddenin hacimlerinin arttığını öğrenir. “*Yoğunluk tanımını ve birimini bilir; Yoğunluklar listesine bakarak farklı maddelerden yapılmış eşit hacimli cisimlerin kütlelerini karşılaştırır*” kazanımları kavram düzeyinde ele alınmıştır. Kazanıma ait açıklamada “*Yoğunluk birim hacmin kütlesi*” (MEB,2005) olarak verilmiştir. Öğrenciler ilk defa kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarını bir arada 5. sınıfta öğrenmiştir.

Suyun donarken kütle ve hacim değişimine ait belirlenen kavram yanılgısına ilişkin “*Suyun katı ve sıvı hâllerinin yoğunluk farkının suda yaşayan canlılar için önemini açıklar*” kazanımında suyun yoğunluğunun buzun yoğunluğundan büyük olduğu vurgulanmakla birlikte kazanımda suyun donarken kütle ve hacim değişimine değinilmemiştir.

2005 öğretim programında 6. sınıf 3. ünite Maddenin Tanecikli Yapısı ve 6. ünite Madde ve Isı üniteleri ayrı üniteler olarak verilmiştir. Öğrenciler 4 ve 5. sınıfta maddenin üç halde bulunduğunu, maddenin hal değiştirdiğini öğrenmiştir. Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinin amacı öğrencilerin maddelerin gözle görülemez, küçük hareketli taneciklerden oluştuğunu, bu tanecikler arasında boşluklar bulunduğunu sezmesi ve hal değişimini tanecikli yapı ile ilişkilendirmesi beklenir (MEB, 2005).

Madde ve Değişim öğrenme alanında “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesi “Maddenin yapı taşları atom” konusunda tanecik kavramının bilimsel karşılığı olan atom kavramı kullanılmıştır. Kazanımlar incelendiğinde “maddenin halleri ile tanecikli yapısı arasında ilişki kurmak” konu başlıkları altında element, bileşik, molekül modelleri oluşturma, katı, sıvı ve gazların sıkışma genleşme özellikleri ve hareketlerine yönelik kazanımlar mevcutken, kütle ve hacim kavramlarının soyut düzeyden somut düzeye indirgenebileceği tanecik-atom kavramlarını kullanarak ele alınabileceği asıl konuda kazanımlara yer verilmemiştir. Ünitenin amacı doğrultusunda maddenin halleri ile tanecikli yapısı arasında ilişki kurulurken, hal değişimi ile ilgili olan ve geçmiş yıllarda tanım düzeyinde verilen kütle, hacim ve yoğunluk kavramları tanecikli yapı ile ilişkilendirilmemiştir. Dolayısıyla araştırma sonucuna göre, öğrenciler bir madde hal değiştirirken kütlesinin nasıl değişeceğini mikroskobik boyutta tanımlayamamakta,

maddenin tanecikli yapısında var olan kavram yanlışları kütle kavramında da yeni kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktadır.

2005 öğretim programında 8. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi, sıvı içinde yüzen ve batan cisimler konu başlığı altında “Cisimlerin kütlelerini ve hacmini ölçerek yoğunluklarını hesaplar” kazanımı yer almıştır. Suyun hal değiştirme sırasında hacim, yoğunluk ve kütle değişimine ait kazanıma doğrudan yer verilmemiştir. Bununla birlikte sekizinci sınıf ders kitabında su ve buzun yoğunluğuna ilişkin aşağıdaki içerik verilmiştir.

2005 Öğretim programına göre hazırlanan 8. Sınıf ders kitabı, (MEB, 2008 sf:160)	Kavram yanlışına neden olabilecek içerik
	Eksik içerik Buzun yoğunluğunun suyun yoğunluğundan küçük olmasının nedeni açıklanmamıştır.

Görsel 6. Su-Buz Yoğunluk Farkına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

8. sınıf, Kuvvet ve Hareket ünitesi, Sıvı içinde yüzen ve batan cisimler konusunda “Cisimlerin kütlelerini ve hacmini ölçerek yoğunluklarını hesaplar” kazanımına ait içerikte yoğunluğun formülü verilmiş fakat kütle, hacim ve yoğunluk değişimi arasındaki ilişki açıklanmamıştır.

2005 öğretim programı 2011 ve 2015 TIMSS sonuçlarını doğrudan etkilememektedir. SP62x maddesinde 2015 yılında 8. sınıf öğrencileri bir madde ısıtıldığında %70 oranında maddenin kütlesi artar-azalır yanıtını vermiştir. S042x maddesinde 2011 ve 2015 TIMSS sınavında yüksek oranda “su donarken kütle artar, hacim değişmez” kavram yanlışlığı ortaya çıkmıştır. Her iki yılda da doğru yanıt oranında belirgin bir fark yoktur. S022xmaddesinde belirlenen %35,2 su donarken hacmi artar, yoğunluk artar ve kütlesi de artar; %13,2 yoğunluk azalır, kütle azalır; su donduğunda genişler ve kütlesi azalır” kavram yanlışları 2011 ve 2015 yıllarında da devam etmiştir. Öğretim programında kütle, hacim ve yoğunluk hesaplamasına yer verilirken, bu kavramlara maddenin tanecikli yapısı ünitesinde atom modelleri ile yer verilmemiştir.

Suyun istisnai durumuna ait kazanım, 5. sınıf düzeyinde kütle ve hacim kavramlarına yer verilmeden ele alınmış ve sonraki sınıf düzeylerinde yer verilmemiştir. Bu durumda öğrenciler kütle kavramını detaylı şekilde öğrenmeden farklı ünitelerde görmektedir. Örneğin Kuvvet ve Hareket ünitesinde kütle ve ağırlık kavramları birlikte ele alınmaktadır. Fakat maddenin tanecikli yapısı ünitesinde kütle, atom kavramıyla ilişkilendirilerek ele alınmadığı için diğer konularda da kavram yanılgıları ortaya çıkmaktadır.

2013 öğretim programı 5. sınıf Maddenin Değişimi ünitesi, Maddenin Hal Değişimi konusunda “Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik deneyler yapar, elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur” kazanımı ile maddelerin ısı etkisiyle hal değiştirdiği, erime, donma, kaynama, yoğunlaşma gibi kavramlara yer verilmiştir.

6. sınıf “Madde ve Değişim” öğrenme alanı, üçüncü ünite olan “Maddenin Tanecikli Yapısı” nda maddenin taneciklerinin boşluklu yapıda olma, hareketli yapıda olmasına ilişkin kazanımlar verilmiştir. 2013 öğretim programında Maddenin Tanecikli Yapısı ve Madde ve Isı ayrı üniteler olarak ele alınmıştır. Maddenin tanecikli yapısı ile kütle arasında somut ilişkiye yönelik kazanıma yer verilmemiştir. 2005 Öğretim programından farklı olarak altıncı sınıf Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesi, Yoğunluk konusunda “Yoğunluğu tanımlar ve birimini belirtir; Suyun katı ve sıvı hâllerine ait yoğunlukları karşılaştırarak bu durumun canlılar için önemini sorgular.” kazanımlarına yer verilmiştir. Kazanımda sadece yoğunluk kavramına vurgu yapılmış, kütle ve hacim kavramları ile birlikte verilmemiştir. Bu noktada içerik incelemesi önemlidir. Yedinci sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunda ilk defa atom kavramına yer verilmiş, tanecik, atom ve kütle arasında var olan mikroskobik ilişkiye ait kazanıma yer verilmemiş, dolayısıyla kütle kavramı tanecik ve atom kavramları boyutunda soyut düzeyde kalmıştır. Altıncı sınıf altıncı ünite Madde ve Isı ünitesinde maddenin tanecikli yapısı, hal değişimi konularına yer verilmemiş, dolayısıyla ısıtılan-ısıveren maddelerin kütle değişimi de göz ardı edilmiştir. 2013 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içerik örneği Tablo 32’ de verilmiştir.

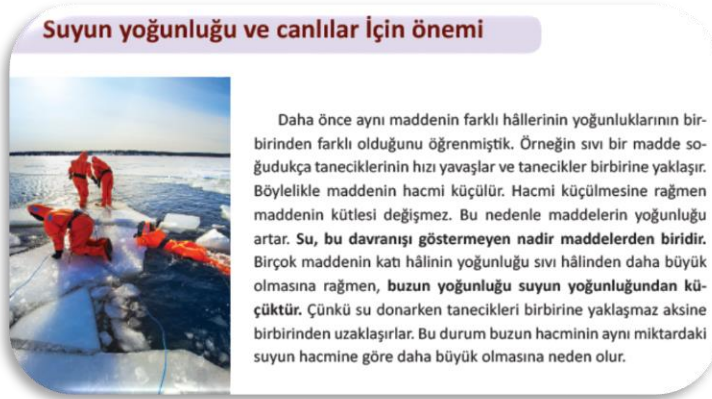
Tablo 33

2013 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Isı Alışverişine Yönelik Ders Kitabı İçerik Örneği

MEB, 2013 Ders Kitabı Sf:55-56	Kavram Yanılgısına Neden Olabilecek İçerik Örneği
“Katı maddelerin taneciklerinin birbirlerine çok yakın olduklarını ve hareketlerinin çok kısıtlı olup sadece titreştiklerini öğrenmiştik. Ancak katı maddeler dışardan ısı almaya başladığında taneciklerin titreşim hareketi giderek artar... Böylece tanecikler arasındaki boşluklar artar...”	Eksik Bilgi: İlgili içerikte katı maddenin sıvı hale geçerken tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketinin değiştiği açıklanmıştır. Katı maddelerin ısı alarak tanecik hızının ve taneciklerin hareketinin değişmesi ile hacim, kütle ve yoğunluk ilişkisine yer verilmemiştir.
...”Sıvı maddeler dışarıdan ısı almaya başladığında taneciklerin titreşim, dönme ve öteleme hareketleri giderek artar. Isıtma işlemi devam ederse tanecikler giderek daha fazla titreşim, dönme ve öteleme hareketi yapar.... Tanecikler arasındaki boşlukların artması sonucunda birbirinden bağımsız hareket etmeye başlarlar. Öncelikle sıvının üst kısmında bulunan tanecikler onu çevreleyen diğer sıvı taneciklerinden kurtulup serbest hareket eden gaz taneciğine dönüşmüş olur...”	Eksik Bilgi: Sıvı maddelerin ısı alarak taneciklerin titreşim, dönme ve öteleme hareketleri yaptığı ve gaz haline geçtiği açıklanmıştır. Benzer şekilde taneciklerin hızı ve hareketlerinin değişimi maddenin hangi fiziksel özelliklerini etkileyeceği açık değildir.

Tablo 33’ de 2013 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında maddenin tanecikli yapısı ünitesinde tanecikler arasındaki boşluğun artması, tanecik hızının değişimi ve taneciklerin hareketinin değiştiği üzerinde durulmuştur. Bir madde ısı aldığı ya da ısı verdiği kütlesi, hacmi ve yoğunluk değişimi, tanecik kavramıyla somutlaştırılmalıdır. Fakat bu kavramlara ve kavramların ilişkisine dair bilgi yer almamaktadır. 2019 TIMSS sınavına katılan öğrenciler bu kitabı kullanmışlardır. SP6x maddesinde 2019 yılında öğrenciler “bir madde ısı aldığı, kütlesi azalır (%22); kütlesi artar, sonra sabit kalır (%23), kütlesi sürekli azalır” (%20) kavram yanılgılarına sahiptir.

2013 öğretim programında Yoğunluk konusuna ilk defa ayrı başlık halinde altıncı sınıf düzeyinde yer verilmiştir. Ders kitabında yoğunluk hesaplamalarına detaylı şekilde ve matematiksel hesaplama örneklerine yer verilmiştir. Kazanımlarda doğrudan yer verilmemiş olmasına rağmen ders kitabında suyun donarken kütle ve hacim değişimine ait içeriğe yer verilmiştir.



Verilen bu paragrafta taneciklerin birbirine yaklaşması ile hacmin küçüleceği ve hacmin değişmesi ile kütlesinin değişmeyeceği, yoğunluğun artacağı açıklanmıştır. Tanecik modellemesine yer verilmemiştir.

Görsel 7. Suyun yoğunluğu Ders Kitabı İçerik Örneği (MEB, 2013. ss.75)

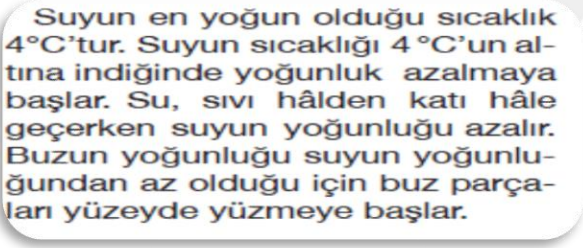
Görsel 7’ de, 2013 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında ilk defa hacim değişimi tanecik kavramıyla açıklanmış, tanecik modellemesine yer verilmemiştir. 2007, 2011 ve 2015 yıllarında belirlenen “Su donarken kütle ve hacim değişimi” kısaca açıklanırken, matematiksel hesap ya da tanecik modeline yer verilmemiştir.

2018 Fen Bilimleri Öğretim programında 4. sınıf Maddenin Özellikleri ünitesi, Maddenin ölçülebilir konusunda “Farklı maddelerin kütle ve hacimlerini ölçerek karşılaştırır” kazanımı bulunmaktadır. Maddenin halleri katı, sıvı ve gaz olarak karşılaştırılmakta tanecikli ve boşluklu yapıya girilmeden ele alınmaktadır. Beşinci sınıf Madde ve Doğası ünitesi, Maddenin hal değişimi konusunda yer alan “Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.” kazanımı ile maddelerin hal değişimi sırasında tanecik yapısının nasıl değişeceği ve bu değişimin kütle, hacim ve yoğunluğu nasıl etkileyeceğini belirleyen bir kazanıma ya da açıklamaya yer verilmemiştir. 2018 öğretim programında Maddenin Tanecikli Yapısı ve Madde ve Isı üniteleri ayrı üniteler halinde değil, Madde ve Isı ünitesinde tek bir başlık altında ele alınmıştır. Madde ve Isı ünitesi, Maddenin Tanecikli Yapısı konusunda “Maddelerin tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu ifade eder; Hal değişimine bağlı olarak maddelerin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır” kazanımlarına yer verilmiştir. “Kütle” kavramı 4. sınıfta verilen tanımı ile kalmış ve maddenin tanecikli yapısı ile ilişkilendirilmemiştir. 2013 öğretim programı ile benzer

olarak 6. sınıf Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinde Yoğunluk konusu ayrı başlık altında yer almış ve 2013 ile aynı kazanımlara yer verilmiştir.

2018 öğretim programına göre hazırlanan 5, 6 ve 8. sınıf ders kitapları incelenmiştir. Beşinci sınıf ders kitabı, Maddelerin hal değişimi ısı alıp verme ile açıklanmış, erime, donma, buharlaşma kavramlarının tamamı açıklanmıştır. Maddenin hal değişiminde tanecik modellerine yer verilmemiştir. Ünitenin devamında “Isı maddeleri etkiler” konusunda genleşme ve büzülme kavramları açıklanmıştır.

2018 öğretim programında Madde ve Isı ünitesi başlığı altında Maddenin Tanecikli Yapısı konusuna yer verilmiştir. İki konunun birlikte ele alınması bütünlük sağlama açısından oldukça önemlidir. Ders kitabında, maddenin hal değişimi konusunda maddelerin hal değişmesi maddenin ısı alıp vermesi ve taneciklerin hızı, tanecikler arası boşluğun değişimi olarak açıklanmıştır. Bu değişimler esnasında kütle, hacim ve yoğunluğun değişimine ait içeriğe yer verilmemiştir. İkinci konu başlığı “Yoğunluk” konusunda matematiksel bağıntı verilmiştir.

6.Sınıf ders kitabı (MEB, 2019)	Kavram yanılgısına neden olabilecek içerik
	Eksik İçerik: Suyun donarken yoğunluğunun azaldığı verilmiş, fakat kütle ve hacim değişimine ilişkin açıklamaya yer verilmemiştir.

Görsel 8. Suyun Yoğunluğu Ders Kitabı İçerik Örneği

2018 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında suyun donarken yoğunluğunun azaldığı açıklanırken, tanecik yapısının nasıl değiştiği ve bu duruma bağlı olarak hacim ve kütle ilişkine ilişkin değişim açıklanmamıştır. Maddenin tanecikli yapısı ve madde ve ısı üniteleri birlikte ele alınmasına rağmen maddenin taneciklerinin ısı alışverişi sırasında kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarının nasıl değişeceğine yine yer verilmemiştir. 2013 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında suyun donarken kütle, hacim ve yoğunluk kavramları daha ayrıntılı açıklanırken 2018 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında yine eksik bilgi verilmiştir. Bu durumda belirlenen kavram yanılgıları göz ardı edilmiş ve maddelerin hal değişimi esnasında taneciklerin hız, hareket değişiminin kütle, hacim ve yoğunluk üzerindeki etkisine yer verilmemiştir.

Ders kitaplarında maddenin tanecikli yapısı konusunda özellikle kavram yanılgısı ortaya çıkarabilecek içeriğin olduğu, kütle kavramına yönelik yeterli açıklamaların ve ilgili ünitelerde kütle, hacim ve yoğunluk kavramları arasında bağlantı kurularak verilmediği belirlenmiştir. Bu kavramlar arasında ilişki kurulmadığında kütle, hacim, ağırlık ve yoğunluk kavramları bilimsel olarak doğru kullanılamamaktadır (Lemma, 2013; Haidar, 1997). Öğrenciler istenildiğinde kavramların tanımını yapabilir ya da ifade edebilir. Fakat önemli olan öğrencilere “bu kavramlar neden yan yana vurgulanıyor?” ya da “neden sürekli bir bütünün parçası gibi aralarındaki ilişki önemli hale geliyor?” sorularına cevap aranmasını sağlayacak ortam oluşturmaktır. Örneğin; yoğunluk kavramı, kütle ve hacim ile ilişkili bir kavram ise sezgisel düşünceden ziyade bilimsel düşünceye dayalı ifadeler kullanılmalı ve kavramlar arasında hiyerarşik bir açıklama yapılmalıdır. Bunun sağlanabilmesi ön bilgilerin doğru olması, deneysel etkinliklere dayalı öğretim yapılması, kavramlar arasındaki ilişkilerin açıklanması ile mümkün olabilmektedir (Nicoll, 2001; Philipp, Johnson & Yeziarski, 2014). Kanada fen öğretim programında kütle, hacim ve yoğunluk kavramları birlikte verilirken, Türkiye eğitim programında üç kavramın ilişkisine yönelik ortak bir kazanım bulunmamaktadır.

TIMSS bağlamında, Maddenin özellikleri ve Hal Değişimi ünitesinde “Fiziksel değişiklikler sırasında kütlenin sabit kaldığını açıklar (ör: hal değişimi, katıların çözünmesi, genleşme)” kazanımına doğrudan yer verilirken 2000 yılından günümüze kadar değişen öğretim programlarında benzer kazanıma yer verilmemiştir. Maddenin tanecikli yapısında belirlenen madde ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecikleri büyür/küçülür, sayıları artar/azalır kavram yanılgıları ile bir madde ısıtıldığında kütlesi artar/azalır kavram yanılgıları benzer olmakla beraber yeni kavram yanılgılarının da oluşmasına neden olmaktadır. 2007, 2011, 2015 ve 2019 TIMSS sınavlarında 8. sınıf öğrencilerinde belirlenen kavram yanılgılarının devam ettiği ve yıllar arasında belirgin bir fark olmadığı ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerde maddenin tanecik yapısı ile kütle arasında ilişki soyut düzeyde kalmakta ve kütle ile maddenin tanecikli yapısı arasında bağlantı kurulamamaktadır. Kütle ve hacim kavramlarına yönelik kavram yanılgılarının temelinde maddenin tanecikli yapısı ve maddenin hal değişimi konularının olduğu tespit edilmiştir.

Öğretim programları incelendiğinde fiziksel değişimlerin kütle üzerindeki etkisine yönelik kazanımlara doğrudan yer verilmemiştir. Maddenin tanecikli yapısı ve kütle arasında ilişki kurulmamış ve tanecik kavramı-atom- kütle arasında somut ilişkiyi açıklayan bir kazanıma yer verilmemiştir.

Enerji Dönüşümü ve İletimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Enerji Dönüşümü ve İletimi ünitesinde belirlenen kavram yanılgıları “Isı yerine soğuk aktarılır; Gazete battaniye gibi buz ısıtır, buz ısıtılır, buz sıcak tutar.” olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, 2000 yılından günümüze kadar öğretim programları Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu ünitesiyle ilişkili olan kazanımlar Tablo 34’ de verilmiştir.

Tablo 34

Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Konu ve Kazanımlar

Gazeteye sarılı buz daha çabuk erir çünkü gazete buz ısıtır/daha sıcak tutar.		Isı yerine soğuk aktarılır. TIMSS Bilişsel Boyut		
TIMSS	Sınıf	Enerjinin Dönüşümü Ve İletimi 2. Isı İletimi Ve Maddelerin Isı İletkenliği	A. Yüksek sıcaklıktaki bir maddeden veya bölgeden sıcaklığı daha düşük olan maddeye veya bölgeye enerji aktarımını ısıtma ve soğutma ile ilişkilendirir. B. Sıcak maddelerin ve soğuk maddelerin çevresi ile aynı sıcaklığa ulaşmaya kadar ısı alışverişi yaptığını bilir. C. Farklı maddelerin ısı iletkenliğini karşılaştırır.	Uygulama Bilme Uygulama
2000 Öğretim Programı	5	Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu	Isının bir tür enerji olduğunu ve cisimden cisme geçtiğini fark ederek deneylerle gösterir. Isının ve sıcaklığın aynı şeyler olmadığını günlük yaşamdan da örnekler vererek açıklar. Farklı sıcaklıktaki iki cisim yan yana konulduğunda, ısının cisimden nasıl aktarıldığını ve bu aktarımın sonuçlarını gösterir. Isının iletilme yollarını örneklerle açıklar. Isıyı her maddenin farklı ilettiğini deneylerle gösterir. Isı yalıtımı ile ilgili çevresinden örnekler vererek yaşamımızdaki önemini açıklar.	Uygulama
2005 Öğretim Programı	5	2.ÜNİTE: Maddenin Değişimi Ve Tanınması 2. Isı ve sıcaklık kavramlarının farkını kavramak için öğrenciler	2.1 Sıcaklığı yüksek olan maddelerin temas ettiği soğuk maddeleri ısıttığını gösteren deney tasarlar. 2.5. Isı ve sıcaklığın farkını gözlemlerine dayanarak açıklar. 2.6. Isınmak için kullanılan yakıtları listeler.	Akıl yürütme Akıl yürütme Bilme

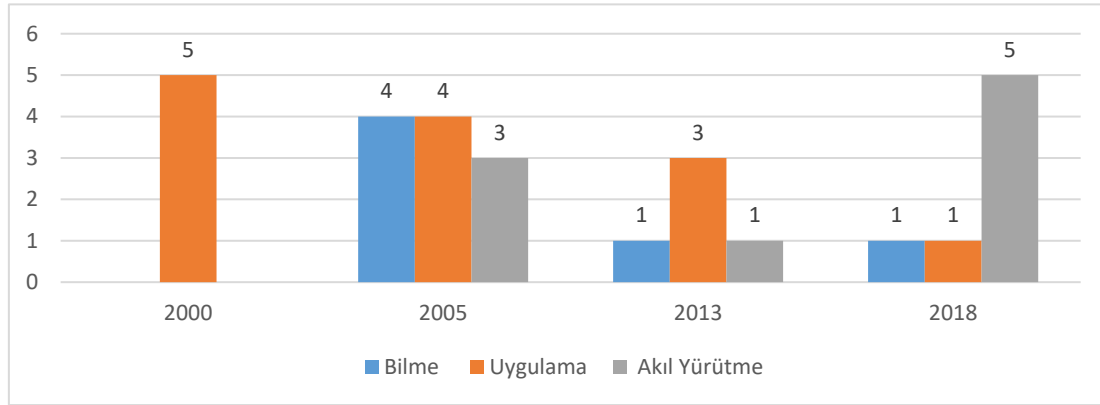
(Devam ediyor)

Tablo 34 (Devam)

Enerji Dönüşümü ve İletimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Konu ve Kazanımlar

Gazeteye sarılı buz daha çabuk erir çünkü gazete buzu ısıtır/daha sıcak tutar.		Isı yerine soğuk aktarılır. TIMSS Bilişsel Boyut		
2013 Öğretim Programı	6	6.Ünite: Madde Ve Isı 2. Isının yayılma yolları ile ilgili olarak 3. Isı yalıtımı	2.1. Katılarda ısı iletimini deney ile gösterir. 2.2. Isıyı iyi ileten katıları ısı iletkeni şeklinde adlandırır. 2.3. Isıyı iyi iletmeyen katıları ısı yalıtkanı şeklinde adlandırır. 3.1 Yalıtımın hangi durumlarda gerekli olabileceğini tahmin eder. 3.2.Yalıtım yerine iletimin tercih edildiğini durumlara örnekler verir. 3.3. Yaygın ısı yalıtım malzemelerine örnek verir; yalıtım malzemelerinin yanma özelliklerini ve ömürlerini de hesaba katarak değişik amaçlar için malzeme önerir. 3.4. Binalarda yalıtımın enerji tüketimi ile ilişkisini açıklar.	Uygulama Bilme Bilme Uygulama Uygulama Akıl yürütme Uygulama
	8	5.Ünite: Maddenin Halleri Ve Isı	1.1. Isının sıcaklığı yüksek maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye aktarılan enerji olduğunu belirtir.	Bilme
	5	3.ÜNİTE: MADDENİN DEĞİŞİMİ 5.3.3. Isı ve Sıcaklık	5.3.3.1. Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar. 5.3.3.2. Sıcaklığı farklı olan sıvıların karıştırılması sonucu ısı alışverişi olduğuna yönelik deneyler yapar ve sonuçlarını yorumlar.	Bilme Akıl yürütme
	6	6.ÜNİTE MADDE VE ISI	6.6.1.1. Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır.	Uygulama
	8	6. Ünite: Maddenin Hâlleri ve Isı / Madde ve Değişim	8.6.2.1. Isı ile özısı, kütle ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi kavrar 8.6.2.2. Isı alışverişi ile ilgili problemler çözer.	Uygulama Uygulama
	5	4. ÜNİTE: MADDE VE DOĞASI F.5.4.3. Isı ve Sıcaklık	Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar. Sıcaklığı farklı olan sıvıların karıştırılması sonucu ısı alışverişi olduğuna yönelik deneyler yaparak sonuçlarını yorumlar.	Bilme Akıl yürütme
	6	4. ÜNİTE: MADDE VE ISI F.6.4.3. Madde ve Isı	Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.	Uygulama Akıl yürütme
	8	Maddenin Isı ile Etkileşimi	8.4.5.1. Isınmanın maddenin cinsine, kütleline ve/veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder	Akıl yürütme

Kazanımların öğretim programlarında bilişsel boyutuna ilişkin veri Şekil 34’de verilmiştir.



Şekil 34. Kazanımlarının TIMSS Bilişsel Boyut Bağlamında Eşleşmesi

İlgili kazanımlar 2005 Öğretim Programında diğer yıllara göre daha fazladır. 2013 ve 2018 Öğretim programında kazanımlar azalmış, özellikle 2018 Öğretim Programında akıl yürütme düzeyinde kazanım sayısı daha fazladır.

Kavram yanlışlarına yönelik kazanımlar, Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu-Madde ve Isı ünitelerinde yer almaktadır. TIMSS bağlamında bilme ve uygulama basamağında üç kazanıma yer verilmiştir.

2000 öğretim programında Isı ve Isının Maddedeki Yolculuğu ünitesine 5. sınıf düzeyinde yer verilmiş ilerleyen sınıflarda tekrar yer verilmemiştir. Kazanımlarda “ısıнын ve sıcaklığın aynı şeyler olmadığını günlük yaşamdan örnekler vererek gösterir” kazanımı “Isı yerine soğuk aktarılır” kavram yanlışısının ele alındığı kazanımdır. 2000 öğretim programının etkili olduğu 2007 TIMSS sınavında S042407 maddesinde “Gazete sarılı buz daha önce erir, gazete buza ısı verir, buz daha sıcak tutar” kavram yanlışısı oranı %26, doğru yanıt oranı ise %31’ dir. Uygulama basamağı düzeyinde olan bu maddede öğretim programında “Isı yalıtımı ile ilgili çevresinden örnekler vererek yaşamımızdaki önemini açıklar” kazanımı birebir ilgili olmasına rağmen doğrudan bu kavram yanlışısını giderecek düzeyde değildir. 2007 TIMSS sınavında belirlenen kavram yanlışısına sahip öğrencilerin uygulama boyutunda puanı alt düzeyde iken, bilme ve akıl yürütme basamaklarına ilişkin puanları orta düzeydedir. Maddeyi doğru cevaplayan öğrencilerin bilme ve akıl yürütme basamağına ilişkin puanları ise uygulama puanından daha yüksektir. Bu kavram yanlışısına yönelik kazanım ısı yalıtımı konusuna ilişkin kazanımdır. Isı yalıtımı konusunda ısıнын her madde tarafından farklı iletildiği ve ısı yalıtımına çevresinden örnekler verir kazanımları bu kavram yanlışları için önemlidir. Öğrencilerin yaklaşık dörtte biri gazete sarılı buzun daha çabuk eriyeceğini ifade etmiştir.

Isı yalıtımına ait kazanım incelendiğinde sadece ısı yalıtımına çevresinden örnekler verir kazanımı ısı yalıtımının nasıl olduğunu, maddelerin ısı yalıtımında nasıl davrandığını bilmeden doğrudan örnek vermesi beklenmektedir. Bu durumda öğrenciler günlük hayatta karşılaştıkları olayları konuya aktarmakta ve gazetenin tıpkı battaniye gibi buzu ısıtacağını düşünmektedir. Bununla birlikte bu kavram yanlışsında gazetenin, battaniyenin ısı kaynağı olarak düşünüldüğü, fakat ısı yalıtımında etkili olduğu bilinmemektedir.

2000 Öğretim Programına göre hazırlanan ders kitabı içeriği Görsel 9’ da verilmiştir.

2000 öğretim programına göre hazırlanan MEB 5. Sınıf Ders Kitabı

Kavram yanlışlarına neden olabilecek sözel içerik



Eksik içerik: Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması

Isıyı iyi ileten ve iletmeyen maddeler iletken ve yalıtkan olarak tanımlanarak örnekler verilmiştir.

Eksik içerik: Örneklerin yeterli olmaması, Varsa örnek olmayanların verilmemesi



Kuşların tüylerinin, giysilerin vücut sıcaklığını koruduğu vurgulanarak görsellere yer verilmiştir. Açıklamalarda giysilerin sıcak tutması için ısıyı az ileten maddelerden yapılmış olduğu ve dışarıya ısı aktarımını engellediği ifade edilirken, yalıtımın sadece sıcak tutma özelliği vurgulanmıştır. Benzer şekilde soğuk bir cismin de battaniye ile nasıl korunduğu örneği de verilmelidir.

Görsel 9. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği

2000 öğretim programına göre hazırlanan 5. sınıf ders kitabında, ısı yalıtımı konusunda kıyafetlerin vücut sıcaklığımızı koruduğu ve üşümek için yünlü kıyafetler tercih etmemiz gerektiği vurgulanmıştır. Fakat vücudumuz ve kıyafetler arasındaki ısı iletiminden bahsedilmemiş ve ısı aktarımının yönüne değinilmemiştir. Bununla birlikte

belirlenen kavram yanılgısında soğuk bir maddenin nasıl korunmasına gerektiğine ilişkin örnek verilmemiştir. S042407 maddesinde %26 oranında “Gazeteye sarılı buz daha çabuk erir çünkü gazete buzu ısıtır/daha sıcak tutar.” yanıtı verilmiştir. Ders kitaplarında kıyafetlerin vücudumuzu daha sıcak tutacağı belirtilirken, soğuk bir cismi de soğuk tutacağına ilişkin örnek yer almamakta dolayısıyla öğrencilerde gazetenin de buzu sıcak tutacağı için buzun daha çabuk eriyeceği düşünülmektedir. Örnekler verilirken ısı yalıtımında sadece “sıcak tutma” kavramına vurgu yapılmakta fakat soğuk bir cismin de aynı şekilde saklanabileceği göz ardı edilmektedir. S042400 maddesinde de öğrenciler buzun saklanması neden ahşabın tercih edildiğini açıklayamamış ve metallerin hızlı ısındığını düşünürken soğuk bir cisimle temas ettiğinde sıcaklığının daha çabuk düşeceğini ifade edememiştir.

2005-2008 Öğretim programlarında 5. sınıf düzeyinde Maddenin Değişimi ve Tanınması ünitesinde Isı ve sıcaklık kavramlarının farkına ait konuda 3 kazanım, altıncı sınıf altıncı ünite Madde ve Isı ünitesinde Isının yayılma yollarına ait konuda üç ve sekizinci sınıf 5. ünite, Maddenin Halleri ve Isı ünitesinde bir kazanım TIMSS kazanımlarını karşılamaktadır. İlk olarak “sıcaklığı yüksek olan maddelerin temas ettiği soğuk maddeleri ısıttığını gösteren deney tasarlar” kazanımı 2000 öğretim programına göre daha açık ifade edilmiştir. Fakat sıcak ve soğuk kavramları yerine sıcaklığı yüksek ve sıcaklığı düşük maddeler olarak ifade edilirse sıcak ve soğuk kavramlarının değişken olduğuna vurgu yapılmış olur.

Bu ünite ile amaçlanan ve ısı-sıcaklık kavram ikilisini ilişkilendirmek; ısıнын madde üzerindeki etkilerini gözden geçirirken bu ilişkiyi içselleştirmek (MEB, 2005) olarak belirtilmiştir. 6. sınıf Madde ve Değişim öğrenme alanında Madde ve Isı ünitesinde ısıнын yayılma yollarına ait kazanımlarda öğrencilerin ısı enerjisini maddenin tanecikli doğası ile ilişkilendirerek ısı iletim yollarını keşfetmesini, ısı iletimi ve yalıtımını irdelleyerek ısı yalıtım teknolojisini kavramasını sağlamaktır (MEB, 2005). Isıyı iyi ileten katı maddeler ve ısıyı iyi iletmeyen maddelere ait doğrudan kazanım bulunmamaktadır. Isı yalıtımında doğrudan yalıtımın hangi durumlarda gerekli olduğu, ısı yalıtımı ve ısı iletiminin tercih edildiği durumlara örnekler vermesi beklenmektedir. Belirlenen kavram yanılgısının giderilmesi için ısı yalıtımında maddelerin nasıl etkili olduğu ve ısı alışverişinin nasıl gerçekleştiği üzerinde durulmalıdır.

2005 Öğretim programında ısı sıcaklık arasındaki farklılık, ısıнын aktarım yönü, ısı iletkeni ve ısı yalıtkanı kavramları üzerinde durulurken, ısı yalıtımının nasıl sağlandığına ilişkin akıl yürütme basamağı düzeyinde kazanıma yer verilmemiştir.

Madde ve ısı ünitesine 5, 6 ve 8. sınıf düzeyinde yer verilmiştir. 8. sınıf Maddenin halleri ve ısı ünitesinde “Isının sıcaklığı yüksek maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye aktarılan enerji olduğunu belirtir” kazanımı TIMSS kazanım düzeyine benzer ifade edilmiştir. 2005 öğretim programı ile 2011 TIMSS sınavına giren öğrencilerde “Gazete sarılı buz daha önce erir, gazete buza ısı verir, buzu daha sıcak tutar” kavram yanılgısı oranı 2007 TIMSS sınavı ile aynı oranda %26’ dır. 2011 TIMSS sınavında bu maddeye doğru cevap verenlerin üç bilişsel boyutta da puanları anlamlı bir şekilde artış göstermiş ve orta düzeye yükselmiştir. Özellikle bilme boyutunda puan en yüksek düzeydedir. Fakat kavram yanılgısına ilişkin (kod 70) ortalama puanlarda önemli bir artış söz konusu değildir. 2005 öğretim programında bilme, uygulama ve akıl yürütme basamaklarına ilişkin kazanımlara yer verilirken özellikle “Yalıtımın hangi durumlarda gerekli olabileceğini tahmin eder.” kazanımı belirlenen kavram yanılgısını giderecek şekilde düzenlenebilir. Bu anlamda ders kitaplarına ait içerik ve öğretmenin kavram yanılgısını giderecek bilgi ve beceriye sahip olması önemlidir. Öğretim programının değişmesi ilgili kavram yanılgısı üzerinde etkili olmamıştır. Altıncı sınıf Madde ve Isı ünitesinde “Isıyı iyi ileten katıları ısı iletkeni şeklinde adlandırır. Isıyı iyi iletmeyen katıları ısı yalıtkanı şeklinde adlandırır.” kazanımları maddelerin doğrudan ısı iletkeni ve ısı yalıtkanı olarak sınıflandırılmasını içerirken, maddelerin hangi özellikleri ısı iletkeni ve hangi özellikleri ısı yalıtkanı ile ilgilidir, bu duruma yönelik açıklayıcı bir kazanıma yer verilmemiştir.

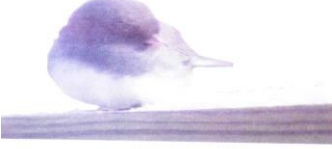
2005 fen ve teknoloji öğretim programının vizyonu, bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili beceri ve tutum, değer, anlayış ve bilgilerin bileşimidir (MEB, 2005). Bu bağlamda öğrencilerin ilgili tutum ve becerilere sahip olabilmesi için temel fen kavramlarını bilmesi ve bu kavramları farklı durumlara aktarabilmesi gereklidir.

2011 TIMSS sonucuna göre öğrenciler uygulama basamağı düzeyinde sorulan S042407 maddesinde ortaya çıkan kavram yanılgısında öğrenciler yine %26 oranında “Gazete sarılı buz daha çabuk erir, gazete buzu sıcak tutar” yanıtını vermiştir. 2005 öğretim programının vizyonunun değişmesi ile öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi hedeflense de bunların kazanımlara yansıtılmadığı, kavram yanılgılarının hala devam ettiği görülmektedir. 2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında özellikle ısı yalıtımında eksik içerik görülmüştür. Isı yalıtımı tek boyutlu olarak, cisimlerin sıcak tutulmasına yönelik ele alınmıştır. İlgili ders kitabı içerik örnekleri sunulmuştur.

2005 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Altıncı Sınıf Ders Kitabı

Kavram Yanılışına Neden Olabilecek İçerik

Karlarla kaplı kutup bölgelerinde insanlar, kardan yaptıkları "iglo" adı verilen evlerde yaşamaktadırlar. Dışarıda sıcaklık ortalama -70 °C iken bu insanlar, igloların içinde sadece bir mum yakarak nasıl üşmeden kalabiliyorlar?



Kar üzerinde duran minik k resmine bakalım. Bu kuş vücut sıcak nasıl koruyor? Kuşa yakından baktığınız tüylerinin kabarmış olduğunu görürüz. Şu bu kuşun tüylerinin kabarması ısı kaybına engel oluyor?



Kutup ayıları kalın kürkleri sayesinde çok soğuk ortamlarda bile vücut sıcaklıklarını korurlar.

Kışın giydiğimiz kıyafetlerin pamuk, yün ve kuş tüyü gibi malzemelerden yapılması tercih ederiz. Tüylü malzemelerin ısı yalıtımını sağlama sebebi ne olabilir?

Yaşadığımız ortamda belirli sıcaklıklarda tutmamız gereken maddeler var mı? Örneği dondurmaya ve gazlı içecekleri bulundukları ortama göre soğuk, çayı ve çorbayı ise sıcak tüketmeyi tercih ederiz. Bu maddelerin bulduğumuz ortamda daha uzun süre sıcak veya soğuk kalması için neler yapabiliriz? Yapacağımız bir etkinlikle anlamaya çalışalım

(MEB, 2006, ss.206)

Eksik içerik: Örneklerin yeterli olmaması, Varsa örnek olmayanların verilmemesi

Isı yalıtımı konusunda kar üzerinde duran kuşun tüylerini kabartması ile vücut sıcaklığını nasıl koruduğu, kutup ayılarının kürkleri sayesinde vücut ısılarını korudukları, kışın giyilen kıyafetlerin pamuk, yün ve kuş tüyü gibi kıyafetlerden yapılmasının tercih edildiği vurgulanmıştır. Bununla birlikte dondurma ve gazlı içeceklerin soğuk, çay ve çorbanın sıcak tutulmasının için neler yapılabileceği soru olarak yöneltmiştir.

10. Etkinlik
Sorgulayalım, Araştıralım

Hangi Bardağı Tercih Edersiniz?

Sıcak çayı soğumadan hemen içmek istiyoruz ve aynı zamanda çay koyduğumuz bardağı kulpuna dokunmadan tuttuğumuzda elimizin yanmamasını istiyoruz. Bunun için hangi bardağı tercih etmeliyiz? Tahmin edelim. Seçimimizin sebebini açıklayalım.

Bardakların hepsine sıcak çayı dolduralım.

- Hangi bardağı rahatlıkla tutabiliriz?
- Hangi bardakta bulunan çay daha geç soğur?
- Bardaklarda bulunan çayın farklı sürelerde soğumasının sebebi ne olabilir?

Çay daha uzun süre sıcak kalmıştır.

Ev ya da iş yerlerimize lokantalardan sipariş verdiğimiz yemekler resimdeki gibi plastik köpükten yapılmış tabaklarla gelir. Çünkü plastik köpük ısıyı iyi iletmez, bu da yemeğin daha uzun süre sıcak kalmasını sağlar.

Isıyı iyi iletmeyen maddeler **yalıtkan** madde olarak adlandırılır. Isı akışını yavaşlatmak istediğimiz durumlarda plastik, tahta gibi yalıtkan maddeleri kullanarak **yalıtım** sağlarız.

Yalıtım için kullanılan malzemelerin bazılarının yapısında hava bulunur. Örneğin; kışlık kıyafetlerin, battaniyelerin ve bina yalıtım malzemelerinin yapısında hava vardır. Sizce hava ısı akışını nasıl yavaşlatıyor olabilir?

Araç ve Gereç

- ◆ porselen fincan
- ◆ cam fincan
- ◆ strafor (köpük) bardak
- ◆ kağıt bardak
- ◆ metal bardak (metal termos kapağı)
- ◆ plastik bardak
- ◆ sıcak çay

Verilen etkinlikte sıcak çayın hangi bardakta daha rahat tutulabileceği ve hangi bardakta daha çabuk soğuyacağı deneyine yer verilmiştir. Bu deneyde sıcak cisimlerin muhafaza edilmesine yönelik hazırlanmıştır.

Plastik köpükten yapılmış tabaklarla yemeklerin daha sıcak tutulacağı ve plastik köpüğün ısıyı iyi iletmediği örneği verilmiştir.

Görsel 10. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği

2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında maddelerin sıcak tutulmasına ilişkin açıklama ve örneklere yer verilirken, maddelerin nasıl soğuk tutulabileceğine ait açıklamaya yer verilmemiş soru olarak yöneltmiştir. “Dondurmamız Erimesin” etkinliğine ünite sonunda yer verilmiş ve herhangi bir açıklama ya da örneklere yer verilmemiştir. Öğretmenlerden alınan görüşlere göre “Bu etkinlik içerik kısmında yer almalı ve ünite sonunda yer almamalıdır. Bazen konu sonu değerlendirmeleri geçebiliyoruz, ya da farkındalık oluşmadığı için derste özellikle yer vermeyebiliyoruz.

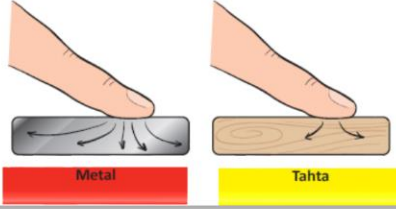
Bu durumda bu konu özellikle ders kitaplarının ilk başlarında yer almalı ki süreçte üzerinde durabilelim, farkındalığımız oluşsun“(Ö2).

S042407 maddesinde 2011 TIMSS sınavında başarı oranı artmakla beraber belirlenen kavram yanılgısı oranı değişmemiştir. Öğrencilerin %26’ sı gazete sarılı buzun daha çabuk eriyeceğini ve gazetenin buzunu daha sıcak tutacağı ifade edilmiştir. Isı yalıtımı sağlayan maddelerin soğuk bir cismi nasıl muhafaza edeceği ve hava akımını engellediği için buzun daha geç eriyeceğine ilişkin herhangi bir açıklama ya da örneğe yer verilmemiştir.

2015 TIMSS sınavında 2005-2008 öğretim programı etkili olmuştur. 2005-2008 öğretim programında ısı ve sıcaklık kazanımlarında “sıcaklığı yüksek olan maddelerin temas ettiği soğuk maddeleri ısıttığını gösteren deney tasarlar” kazanımına yer verilmiştir. Bu kazanımda özellikle sıcak ve soğuk kavramları yerine sıcaklığı yüksek ya da sıcaklığı düşük madde, kavramlarının kullanılması daha doğrudur. Çünkü öğrencilerde soğuk maddelerin sıcaklığı veya ısı yoktur, ölçülemez gibi kavram yanılgılarına sebebiyet verebilir. Bununla birlikte 2000 öğretim programına göre daha açık ve seçik ifade edilen kazanımlar, ısıнын aktarım yönüne, sıcaklık farkı ile ilişkisine yöneliktir.

2013 öğretim programında ısı yalıtımı konusuna ait kazanım sayısı 2005 öğretim programına göre azalmış ve bir kazanıma indirilmiştir. 2005 öğretim programında ısı iletkeni ve ısı yalıtkanı olan katı maddelerin sınıflandırılmasına yer verilirken 2013 öğretim programında sadece katı olarak değil doğrudan maddelerin ısı iletkeni bakımından sınıflandırılmasına ait kazanım yer almıştır. S042407 maddesinde belirlenen kavram yanılgısını giderecek kazanım 2013 öğretim programında da yer almamıştır. 2018 öğretim programında ise 2013 öğretim programına göre herhangi bir değişikliğe gidilmemiştir. Isı yalıtımına ait kazanımlar incelendiğinde kazanım sayılarının azaldığı ve kazanımların daha genel ifade edildiği görülmektedir. Güncellenen öğretim programları TIMSS bağlamında belirlenen kavram yanılgılarını giderecek düzeyde kazanımları içermemektedir.

Isıyı ileten maddelerin ısı iletkenliği, yapıldıkları maddenin türüne bağlı olarak değişir. Bu nedenle farklı maddeler ısıyı farklı miktarlarda iletir. Örneğin, aynı sıcaklıkta bulunan metal ve tahta parçaları dokunduğumuzda parmağımızdan bu iki maddeye akan ısı miktarları farklı olacaktır. Metaller iyi ısı iletkeni olduğu için parmağımızdan metallere daha fazla ısı akar. Bu nedenle bu tip iletken maddeleri daha soğuk hissederiz. Tahta gibi maddeler ısıyı iyi iletmediklerinden dolayı parmağımızdan daha az ısı akar ve bu tür maddeleri soğuk hissetmeyiz.



Isı yalıtkanlığı

Günlük hayatımızda bazı durumlarda ısınin iyi iletilmesini isterken bazı durumlarda da istemeyiz. Bu amaçla ısı iletimini kontrol etmek için farklı maddeler veya ortamlar kullanırız. Çünkü bazı maddeler ısı iletimini kolaylaştırırken bazı maddeler de ısınin iletilmesini engeller. İki madde veya ortam arasında ısı alış verişinin olmaması durumuna ısı yalıtkanlığı denir. Isıyı iyi iletmeyen maddelere ısı yalıtkan maddeler denir. Plastik, tahta, saman, deri, elyaf ve pamuk gibi maddeler ısı yalıtkan maddelere örnek olarak verilebilir.



Giydiğimiz elbiseler, ayakkabılar, şapka ve eldivenler ısı yalıtkanlarına örnektir. Kışın üşümek için ısı kaybını önleyecek türden elbiseler giyeriz. Aynı şekilde kışın uyurken vücudumuzdaki ısı kaybını engellemek için üzerimize battaniye ya da yorgan örteriz.

Eksik içerik:
Örneklerin yeterli olmaması, Varsa örnek olmayanların verilmemesi

Gösterimlerin eksik olması

Metallerin ısıyı daha iyi iletmediği ve daha fazla ısı aktarımı yaptığı tahtanın ısıyı iyi iletmediği için daha az ısı aktarımı olduğu açıklanmış ve görsel olarak ifade edilmiştir. Tersi duruma örnek verilmelidir. Metal sıcak olduğunda ise metalden vücudumuza ısı geçer ve daha sıcak hissedersiniz açıklamasına da yer verilmelidir.

Eksik içerik:
Örneklerin yeterli olmaması, Varsa örnek olmayanların verilmemesi

Isı yalıtkanlığı konusunda kışın soğuktan korunmak için mont ve kar botu örneği ile vücudumuzun ısı kaybını önlemek için battaniye ve yorgan örteriz açıklamasına yer verilmiştir. Soğuk cisimlerin korunmasına ilişkin örneğe yer verilmemiştir.

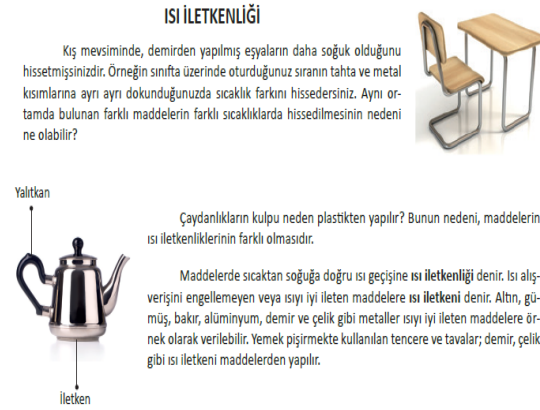
Görsel 11. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği

2013 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında parmağımızdan metale daha çok ısı verildiği, tahtaya daha az ısı verildiği açıklanırken, tersi duruma yer verilmemiştir. Metallerin ahşaba göre daha fazla ısı alıp sıcaklığının artacağı düşünüldüğünde, yine metallerin de soğuk cisimle temasında daha fazla ısı kaybedip sıcaklığının daha çok düşeceği vurgusu eksiktir. S052179 maddesinde başarı oranının değişmemesi ve %32 oranında ahşap daha soğuk olur seçeneğini işaretlemesi öğrencilerde ısı yalıtımında soğuk cisimler ile maddeler arasındaki etkileşimi kavrayamadığını ve kavram yanılgılarının değişmediğini göstermektedir.

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim programı ile bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesi ve Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve

mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak temel amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Bu amaç doğrultusunda 2018 öğretim programı, 2007 TIMSS sınavında belirlenen ısı yalıtımı konusuna ait temel bilgi düzeyindeki kavram yanlışlığını giderecek kazanımlara sahip değildir. Belirlenen kavram yanlışlıkları, ısı yalıtımı konusunda kullanılan maddeler ve bu maddelerin çevreleriyle olan ısı alışverişi ve soğuk maddelerin nasıl ve hangi maddelerle muhafaza edileceğine yöneliktir.

2018 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı



(ICLNC11)

Bir tencerede kaynamakta olan çorbayı karıştırmak için metal ve tahta kaşıktan hangisini tercih edersiniz? Metal ve tahta kaşığı eşit süre, kaynamakta olan çorba tenceresinde beklettiginizde hangi kaşığı daha sıcak hissedersiniz?

Metal ve tahta kaşıklara dokunduğunuzda parmağınızdan bu iki maddeye akan ısı miktarları farklı olacaktır. Çünkü metal ve tahta, iki farklı maddedir ve ısıyı farklı miktarda iletir. Metaller iyi ısı iletkeni olduğu için metal kaşıktan elinize daha fazla ısı geçer. Tahta gibi maddeler ısıyı iyi iletmediklerinden elinize daha az ısı geçer. Bu nedenle tahta kaşığa göre metal kaşığı daha sıcak hissedersiniz.

Sonuç olarak ısı iletkenliği, maddenin türüne bağlıdır. Farklı maddeler ısıyı farklı miktarlarda iletir.

Kavram Yanılgısına Neden Olabilecek İçerik

Eksik içerik: Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması

“Isı iletkenliği” başlığı altında tahta, metal ve plastikten yapılan maddelere günlük hayattan örnekler verilerek maddelerin ısı iletkenliğinin belirlenmesi istenmiştir.

“maddelerde sıcaktan soğuğa ısı geçişini ısı iletkenliği denir” cümlesinde sıcak maddeler ısı iletkeni, soğuk maddeler ısı yalıtkanıdır gibi yanlışlığı oluşabilir.

Hatalı içerik: Sözcüklerin yerinde kullanılmaması

Aynı zamanda ısı aktarımı ile maddelerin ısı iletkenliği aynı kavramlar değildir.

Çelişkili içerik

Tencerede kaynamakta olan metal ve tahta kaşıkla ilgili soru iletilmiş ve açıklamada parmağınızdan bu iki maddeye akan ısı miktarı farklı olacaktır, diğer cümlede metalden elimize daha çok ısı geçişi olur açıklaması verilmiştir. Yani verilen örneğe göre açıklama yapılmışsa ilk cümle hatalıdır, genel bir açıklama yapılmış ise ilk cümlede neden parmağınızdan bu iki cisme ısı aktarımının olduğu detaylı şekilde açıklanmalıdır. Metal ve ahşabın neden ısı iletkeni ve ısı yalıtkanı olduğu maddenin tanecikli yapısı ile somutlaştırılarak açıklanmalıdır. Aynı şekilde soğukta bekletilen metal ve ahşap içinde örnek ve açıklamaya yer verilmemiştir.

Görsel 12. Isı Yalıtımı Ders Kitabı İçerik Örneği

MEB, 2019. Sınıf fen bilimleri ders kitabında ısı yalıtım malzemeleri olarak termoslar örnek verilmektedir. Termoslar metal maddelerden yapıldığı için öğrencilerde karışıklığa neden olmaktadır. Hem yalıtım sağlamak hem de metalleri kullanma durumunda sıvıları en iyi şekilde saklamak, dayanıklı olması gibi özelliklerin dâhil

edilerek açıklanması gereklidir. Aksi takdirde öğrenciler tarafından metallerin ısı yalıtım malzemesi olarak kullanıldığı düşünülebilir.

Kavram yanlışları incelendiğinde ısı iletkenleri ve ısı yalıtkanı olan maddelerin özelliklerinin tam olarak anlaşılmadığı belirlenmiştir. Isı ve sıcaklık kavramlarına ait yanlış bilgiler bu konuda da yeni kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmuştur. Maddeleri oluşturan tanecik düzeni ve taneciklerin arasındaki boşluk yapısına ait konular işlendikten sonra bu konuya yer verilmelidir. Maddelerin ısı iletkenliği atom düzeyinde verildiğinde daha açıklayıcı ve bilimsel bir yapı ile öğrencide oluşabilir. Henüz atom, molekül kavramlarını bilmeyen öğrencilerde ısı iletkenliği kavramını açıklamak daha zordur. Öncelikli olarak maddenin atomik yapısını öğrenmesi ve ısı iletkenliğini de atom modeli dâhilinde vermek gereklidir.

Elektrik ve Manyetizma Ünitesinde Belirlenen Kazanımların Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Elektrik ve Manyetizma ünitesinde belirlenen kavram yanlışları “Zayıflayan akım modeli/ Paylaşılan akım modeli/ Paralel devrelerdeki kavşak modeli; Elektromıknatıs yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer; Elektromıknatıs yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer, çivinin iletkenliğinin artması elektromıknatısın gücünü artırır.” olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğretim programları Elektrik ve Manyetizma olarak ayrı ayrı incelenmiştir.

Elektrik Konusunda Belirlenen Kavram Yanlışlarının Öğretim Programları ve Ders Kitabı Boyutuyla İncelenmesi. Zayıflayan akım modeli/Paylaşılan akım modeli kavram yanlışlarına ilişkin kazanımlar incelenirken doğrudan seri ve paralel bağlı devrelerin yer aldığı ünite ve konulara yönelik kazanımlar ele alınmıştır. İlgili ünite, konu, sınıf düzeyi, kazanımlar ve TIMSS bağlamında Bilişsel Boyutu Tablo 35’ de verilmiştir.

Tablo 35

Elektrik Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Konu ve Kazanımlar

Elektrik:

Zayıflayan akım modeli/ Paylaşılan akım modeli/ Paralel devrelerdeki kavşak modeli

Sınıf	Ünite-konu	Kazanım	Bilişsel boyut
TIMSS	Elektrik ve Manyetizma- 1.Elektrik devrelerinde iletkenler ve elektrik akımı	1.1. Malzemeleri elektrik iletkeni veya yalıtkan olarak sınıflandırır. 1.2. Seri ve paralel bağlı devrelerde elektrik akım diyagramını tanımlar ve elektrik akımının seri ve paralel bağlı devrelerde nasıl farklılaştığını ayırt eder. 1.3. Pil ve/veya ampul sayısı gibi devrelerdeki elektrik akımını etkileyen faktörleri tanımlar.	Uygulama Bilme-uygulama Bilme
2000	6 3.Ünite: Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik	27. Pilleri ve ampulleri seri ve paralel bağlayarak devreler kurar, kurduğu devrenin şemasını çizer, devredeki akımları ve gerilimleri açıklayıp ölçer (iki ya da üç lambayı geçmeyen)	Uygulama
2005	7 3.Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik 3. Ampullerin – dirençlerin- bağlanma şekilleri	3.1. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumları devre kurarak gösterir. 3.2. Ampullerin seri ve paralel bağlanması durumunda devredeki farklılıkları deneyerek keşfeder. 3.3. seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devrenin şemasını çizer. 3.4. Ampullerin paralel bağlanmasında oluşan devrelerin avantajlarını ve dezavantajlarını fark eder. 3.5. Ampermetrenin seri, voltmetrenin ise paralel bağlanacağını devreyi kurarak gösterir. 3.6. Ampermetre ve voltmetrenin bağlanış şekillerini devre şeması üzerinde çizerek gösterir. 3.7. Seri bağlı devre elemanlarının hepsinin üzerinden aynı akımın geçtiğini fark eder. 3.8. Paralel bağlı devre elemanlarının üzerinden geçen akımların toplamının ana koldan geçen akıma eşit olduğunu fark eder. 3.9. Ampullerin seri-paralel bağlandığı durumlardaki parlaklığın farklılığın sebebini direnç ile ilişkilendirir. 3.10. Devrede direnci küçük olan koldan yüksek; direnci büyük olan koldan daha düşük akımın geçeceğini farkına varır.	Uygulama Uygulama Uygulama Uygulama Uygulama Uygulama Uygulama Uygulama Uygulama

(Devam ediyor)

Tablo 35 (Devam)

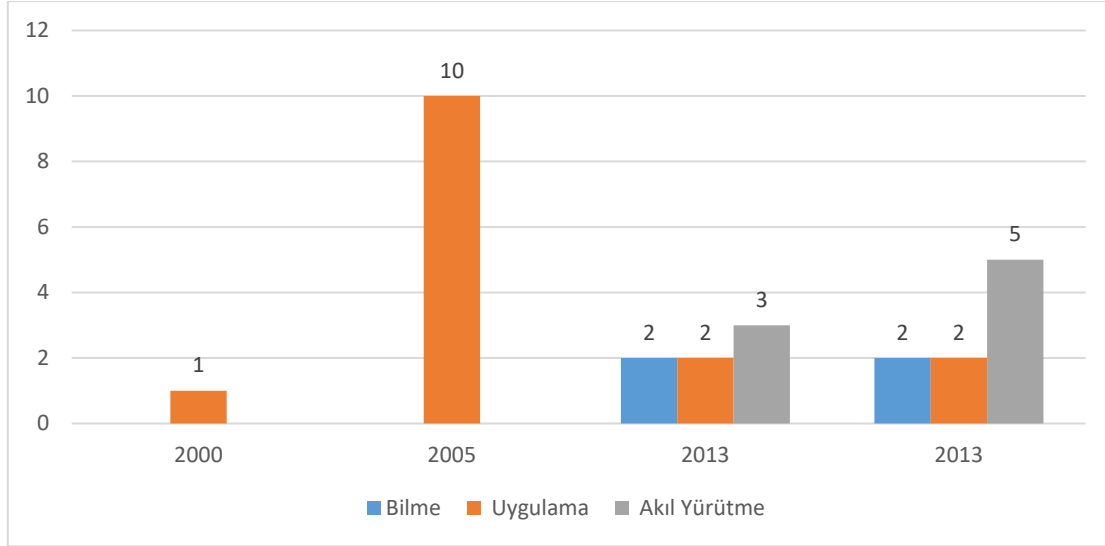
Elektrik Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Konu ve Kazanımlar

Elektrik:

Zayıflayan akım modeli/ Paylaşılan akım modeli/ Paralel devrelerdeki kavşak modeli

Sınıf	Ünite-konu	Kazanım	Bilişsel boyut
2013	7 6.ÜNİTE: Elektrik Enerjisi 7.6.1. Ampullerin Bağlanma Şekilleri	7.6.1.1. Seri ve paralel bağlamanın nasıl olduğunu keşfeder, seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.	Uygulama
		7.6.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklık farklılıklarını devre üzerinde gözlemler ve sonucu yorumlar.	Akıl yürütme
		7.6.1.3. Elektrik enerjisi kaynaklarının elektrik devrelerine elektrik akımı sağladığını ve elektrik akımının bir çeşit enerji aktarımı olduğunu bilir	Bilme
		7.6.1.4. Ampermetreyi devreye seri bağlayarak okuduğu değeri akım şiddeti olarak adlandırır ve birimini ifade eder.	Bilme
		7.6.1.5. Voltmetreyi devreye paralel bağlayarak devre uçları arasındaki gerilimi (potansiyel farkı) ölçer ve birimini ifade eder.	Uygulama
		7.6.1.6. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akım arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Akıl yürütme
		7.6.1.7. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklık farklılığının sebebini elektriksel dirençle ilişkilendirir.	Akıl yürütme
2018	7 7.ÜNİTE: ELEKTRİK DEVRELERİ Ampullerin Bağlanma Şekilleri	F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.	Uygulama
		F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur	Akıl yürütme
		F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar	Bilme
		F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.	Bilme
		F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.	Uygulama
		F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.	Akıl yürütme

Zayıflayan akım modeli/paylaşılan akım modeli/paralel devrelerdeki kavşak modeli kavram yanılgısında incelenen kazanımlar Tablo 35’ de verilmiştir. Kazanımların TIMSS bağlamında bilişsel boyut dağılımına yönelik verilerin yıllara göre değişiminin daha net görülmesi amacıyla Şekil 35 verilmiştir.



Şekil 35. TIMSS Bağlamında Bilişsel Boyut Dağılım Grafiği

İlgili kazanımların öğretim programlarında dağılımı Şekil 35’ de verilmiştir. Kazanım sayısı 2005 öğretim programında daha fazla iken 2013 ve 2018 öğretim programlarında kazanımlarda azalmaya gidilmiştir. 2013 ve 2018 öğretim programlarında üç bilişsel boyutta kazanım yer alırken, 2018 öğretim programında akıl yürütme basamağı düzeyinde kazanım sayısı en fazladır.

Tablo 35’e göre 2000 öğretim programında elektrik ünitesine ilk olarak 6. sınıf düzeyinde 3. ünite “Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik” başlığı altında yer verilmiştir. İlgili kavram yanlışlarına yönelik kazanım “27. Pilleri ve ampulleri seri ve paralel bağlayarak devreler kurar, kurduğu devrenin şemasını çizer, devredeki akımları ve gerilimleri açıklayıp ölçer (iki ya da üç lambayı geçmeyen)” şeklinde binişik olarak ifade edilmiştir. Öğrenciden beklenen pil ve ampulleri seri ve paralel bağlayabilmesi, şemasını çizebilmesi, devredeki akım ve gerilimi açıklayıp ölçmesi beklenir. Öğrencinin devreye ampermetre ve voltmetre bağlayarak akım ve gerilimi de ölçmesi beklenmektedir. 2000 yılında hazırlanan fen bilgisi programının amacı, öğretmen merkezli eğitimi kaldırıp; öğrenciyi ezbercilikten kurtarmak, aktif katılımıyla onu düşünmeye, gözlem yapmaya, araştırmaya, sorgulamaya, günlük yaşamla ilişki kurmaya, sorunlarını bilimsel yöntemlerle çözmeye yönlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda elektrik ünitesinde kazanım ifadeleri öğrenci davranışına göre yazılmıştır. Öğrenciden davranışı uygulama basamağı düzeyinde deney yaparak kazanması beklenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin %42,3’ünde “Zayıflayan akım modeli” kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda kazanımlara göre hazırlanan ders kitaplarının incelenmesi önemlidir.

2000 öğretim programına göre hazırlanan 6. sınıf ders kitabında gerilim, akım ve direnç ilişkisine uygulama düzeyinde yer verilmiştir. Öğrencilerden gerekli deney düzeneklerini kurarak verilen tabloda ölçüm sonuçlarını yazmaları ve direnci hesaplamaları istenmiştir. Öğretmen yeterlikleri, okul şartları düşünüldüğünde deneyin yapılıp yapılmama durumu önemlidir. Ders kitaplarında sadece deneye yönelik içeriğin yer alması az bilgi verilmesi eksik içerik kaynaklı kavram yanlışlarına neden olmaktadır.

2007 S032184 maddesinde öğrencilerin %42' si zayıflayan akım modeli/ / Paylaşılan akım modeli/ Paralel devrelerdeki kavşak modeli kavram yanlışlığına sahiptir. OHM Kanununa yönelik hesaplama yapılan maddelerde S022022 maddesinde başarı oranı %38,6 iken S042195 maddesinde başarı oranı %11,5'dir. Başarı oranının S022022 de daha yüksek olmasının sebebi öğrencilerde tabloda doğrudan oran orantı kurarak hesaplama yapmayı sağlarken S042195 maddesinde bütün işlemleri kendilerinin yapması beklenmiştir. Fakat başarısızlık oranı başarı oranından oldukça yüksektir. Bu durumda 2000 öğretim programında ve ders kitaplarında da yer almasına rağmen öğrenciler OHM kanunu maddelerini çözmede başarısız olmuştur. Bu durumun nedenleri arasında öğrencilerin 6. sınıfta üst düzey düşünme becerilerini yeteri kadar kazanmamaları olabilir. Bu ünitenin 7. sınıf düzeyinde verilmesi daha uygundur. 6. sınıfta yeterli matematik becerisini kazanan öğrencilerin konuyu anlamaları daha kolay olacaktır.

2005-2008 öğretim programlarında Elektrik konusu “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içinde yer almıştır. 4 ve 5.sınıfta basit elektrik devre uygulamalarını temel alıp 6. sınıfta “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesi ile elektrik enerjisini iyi ileten maddeleri, iletkenlerin özelliklerinin değişiminin devrede ne gibi etkiler oluşturacağını keşfetmeleri amaçlanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin elektrik tehlikelerinden korunma yollarını daha bilinçli şekilde ifade etmeleri hedeflenmiştir (MEB, 2005).

2005 Öğretim Programında 7. sınıf “Yaşamımızdaki Elektrik” ünite başlığı altında yer verilmiştir. Ünite akım ve gerilimin nasıl ölçüleceği, akım-gerilim-direnç ilişkisi voltmetre ve ampermetre kullanılarak ölçümlere dayalı olarak ele alınmıştır. Ampullerin (dirençlerin) seri-paralel bağlanması durumunda devrede ne gibi değişiklikler olacağı, bu bağlama şekillerinin günlük hayatta kullanım amaçlarına göre nasıl değiştiğinin verilmesi hedeflenmiştir. Kazanımlar somuttan soyuta ve açıklık ilkesine göre ifade edilmiştir. Öğrencilerin bu kazanımlar ile TIMSS S042196 ve S032184 maddelerine cevap vermeleri beklenir. İncelenen maddeler sonrasında öğrencilerin yaklaşık %50'sinde “Zayıflayan akım modeli/ Paylaşılan akım modeli/ Paralel

devrelerdeki kavşak modeli” ne ilişkin kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. 2007 TIMSS sonuçları ile karşılaştırıldığında kavram yanlışlığı aynı oranda devam etmiştir.

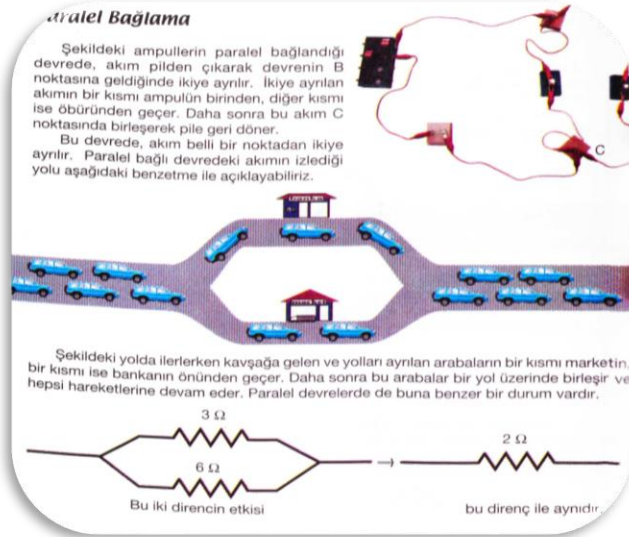
2005 öğretim programında sarmallık ilkesi esas alınmış, pek çok konuya gittikçe derinleşen bir içerikle her sınıfta yer verilmiş; böylece yeterli sıklıkla geriye gönderme sağlanarak öğrenilenlerin pekiştirilmesi için alt yapı oluşturulmuştur ve diğer derslerle ve ara disiplinlerle uyum, paralellik ve bütünlüğü gözetilmiştir. Elektrik ünitesinde 6. sınıfta yer alan iletken, yalıtkan, direnç kavramlarına ek olarak soyut kavramlar olan yük, elektrik akımı ve gerilim kavramları 7. sınıf düzeyinde ele alınmıştır. Akım ve gerilimin bir elektrik devresinde ampermetre ve voltmetre kullanılarak nasıl ölçüleceği, akım-gerilim- direnç ilişkisini verirken, bunu ölçümlere dayandırma esas alınmıştır. Ayrıca ünite ampullerin seri-paralel bağlanması durumunda devrede ne gibi değişiklikler olacağını, bu bağlama şekillerinin günlük hayatta kullanım amaçlarına göre nasıl değiştiğinin öğrencilere verilmesi hedeflenmiştir (MEB, 2005).

2005 öğretim programında, akım-gerilim-direnç ilişkisini ölçümlere dayandırarak vurgulanmasına rağmen zayıflayan akım modeli kavram yanlışlığı aynı oranda devam etmiştir. Bu doğrultuda ders kitapları içerik incelenmesi önemlilik teşkil etmektedir.

2005 öğretim programına göre hazırlanan 7. Sınıf ders kitabı
örneği sf:121-122

Kavram yanlışlıklarına neden olabilecek
içerik

Gösterimlerde belirsizlik olması



Paralel bağlama başlığı altında verilen görselde ampullerin paralel bağlanmasına ilişkin devre şeması gösterilmiştir. Seri bağlamada verilen araba ve yol benzetmesi paralel bağlama içinde verilmiştir. Fakat üç ve iki olarak ayrılan arabaların yol ayrımında neye göre ayrıldığı belli değildir. Öğrencilere özellikle akımın paralel bağlı devrede kollara ayrılırken direncin büyüklüğüne göre ayrıldığı görselde de hesaplama yapılmadan doğrudan sonuç yazılmıştır. Özellikle OHM yasası, seri ve paralel bağlı devrelerde akımın kollara ayrılmasında seri ve paralel bağlı devrelerde toplam direncin-eşdeğer direncin hesaplanmasına ait bağlantı-formüle yer verilmelidir.

Görsel 13. Seri ve Paralel Bağlama Ders Kitabı İçerik Örneği

Görsel 13’ de seri ve paralel bağlı devrelere ayrı ayrı yer verilirken hem seri hem de paralel bağlı devrelerin bir arada olduğu ve akımın nasıl ilerlediğine ilişkin herhangi bir devre şemasına yer verilmemiştir. TIMSS bağlamında incelenen madde uygulama

düzeyinde seri ve paralel bağılı devreden oluşmuştur. Bu anlamda akım, gerilim ve direnç kavramlarının tanımı ve aralarındaki ilişkiye detaylı olarak yer verilmelidir. 2005 Öğretim programının amaçları arasında, disiplinler arası uygulamalara yer verilmesi vurgulanmış bu anlamda hesaplama düzeyinde öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygun problemlere de yer verilebilir.

Türkiye’deki 2005 fen öğretim programı geliştirme çalışmalarında yapılan uluslararası sınavlardan aldığı puanlar göz önüne alınarak öğretim programlarının oluşturulmasının gerekliliği ortaya konmuştur. Öğrencilerin öğretim ortamına aktif olarak katıldığı, bilgilerini kendilerinin yapılandığı, yanlış kavramalarının belirlenerek, bunların giderilmesine yönelik çalışmaları içeren öğretim yaklaşımları benimsenmeye başlandığı için, Milli Eğitim Bakanlığı’nın ilgili birimlerinde çalışmalara gidilmiş ve yeni bir fen öğretim programı hazırlanmıştır (Demirbaş, 2008). Bu bağlamda incelendiğinde 2011 TIMSS sınavında Elektrik konusunda zayıflayan akım modeline ilişkin belirlenen kavram yanlışlığı 2007 ile aynı orandadır.

2011 TIMSS sınavında kavram yanlışlığının devam etmesi, OHM kanununa ilişkin başarı oranının düşük olması öğretim programları güncellenirken bu konuların dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

2013 öğretim programında “Ampullerin Bağlanma Şekilleri” başlığında yedi kazanım yer almıştır. Kazanımlarda matematiksel bağıntılara girilmeden öğrencilerden akım- direnç ilişkisini keşfetmeleri beklenir. Öğrencilerden devre şeması çizmeleri, ampul parlaklıklarını elektriksel dirençle ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Uygulama ve akıl yürütme basamağı düzeyinde verilen ilk iki kazanım sınırlandırılarak seri ve paralel bağılı devreleri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Öğrencinin seri ve paralel bağılı devrelerde öncelikle direnci bulması ve gerilim ile akımı yorumlaması gereklidir. Öğrencilerin seri ve paralel bağılı devrelerde akım direnç ilişkisini kavramaları için özellikle farklı örneklerle karşılaşması önemlidir. Bu amaçla matematiksel hesap ve bağıntılarla uygulama düzeyinde örnek problemler çözmesi gerekir. 2013 öğretim yılı ders kitabında seri ve paralel bağılı devrelerin birlikte olduğu şemaya rastlanmamıştır. Elektrik ünitesinde oldukça temel bilgi düzeyinde olan ve önemlilik teşkil eden bu kavram yanlışlığı öğretim programları güncellenirken göz ardı edilmiştir. Öğrencilerin 21. Yüzyıl becerilerine odaklandığı, bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik içeriklerinin disiplinler arası yaklaşımla öğretilmesi gerektiği göz önüne alındığında elektrik ünitesinde temel bilgi düzeyinde kazanımlara yer verilmiştir. Öğretim

programlarının güncellenmesinde, kazanımlarda bilgi boyutunun azaltılmasına gidilirken “Ne Öğretmeliyiz?” konusunda bilgi vermesi açısından bu araştırma sonucu önemlidir.

2018 öğretim programında 7. sınıf “Elektrik Devreleri” ünitesinde “Ampullerin bağlanma şekilleri” konu başlığı altında bulunan kazanımlarda 2013 öğretim programında yer alan “Seri ve paralel bağlamanın nasıl olduğunu keşfeder,” ifadesi kazanımlardan çıkarılmış ve sadece “Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer” kazanımına yer verilmiştir. “Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklık farklılığının sebebini elektriksel dirençle ilişkilendirir.” kazanımı ise 2018 programında tamamen kaldırılmıştır. “Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.” 2018 öğretim programının mühendislik ve tasarım amaçlarına uygun olarak eklenmiştir. Kazanımlara ait açıklamalarda “*b. Bir iletkenin gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki Ohm Yasası üzerinden açıklanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez*” açıklamasında gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki OHM yasası olarak tanımlanırken matematiksel hesaplamalara girilmemesi dikkat çekmektedir.

2018 öğretim programlarında astronomi, biyoloji, fizik, kimya yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgi kazandırmak amaçlanmıştır (MEB, 2018). Geçmiş yıllardaki öğretim programlarından farklı olarak mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir.

Elektrik ünitesinde yedinci sınıf öğrencileri için seri ve paralel bağlama devre şemalarını çizer; ampul parlaklıklarını karşılaştırır kazanımları yetersiz ve eksiktir. Öğrenci rolü “Bilginin kaynağını araştıran, sorgulayan, açıklayan, tartışan ve ürüne dönüştüren birey rolünü üstlenir.” olarak açıklanmıştır. Öğrencilerin, günümüzde oldukça etkili ve geçerli olan elektrik ünitesinde öğrencilerin eksik ve yüzeysel kazanım ve içerikle araştırma ve sorgulamaya dayalı, ürüne dönüştürebilen bireyler olarak yetişmesi olası görünmemektedir.

Öğrencilerin tasarım yapabilmeleri için elektrik konusunda temel kavramları bilmesi, yorumlayabilmesi ve gerekli durumlarda hesaplar yaparak mühendislik becerilerini kazanması gereklidir. Bu bağlamda elektrik konusunda seri ve paralel bağlı devrelerin bağlanması, akım, direnç ve gerilim ilişkisine ilişkin matematiksel bağıntılara yer verilmesi, seri ve paralel bağlı devrelerin aynı şema üzerinde verilmesi ve hesaplamalar yaparak öğrencilerin akım, direnç, gerilim ilişkisini somut biçimde uygulaması ve akıl yürütme basamağı düzeyinde düşünebilmesi için detaylı kazanım ve içeriğe yer verilmelidir. 2018 öğretim programında “F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.” kazanımları ile

öğrenciler OHM yasasını tanır, fakat bu kazanımlarla matematiksel bağıntılar ile problem çözme, akım-gerilim-direnç ilişkisine ait formül ile hesaplama yapamaz.

Sonuç olarak, öğretim programlarında hesaplama ve bağıntılardan uzak durarak öğrencilerin keşfetme yoluyla OHM Kanununu öğrenmesi beklenmektedir. Özellikle gerilim-akım ve direnç ilişkisini öğrencilerin üst düzey öğrenmesi, matematiksel bağıntıyı kullanarak gerçekleşmektedir. Gerekli durumlarda yeterli matematik becerilerine sahip öğrencilerin fen bilimlerinde matematiksel bağıntılar kullanması beklenir. Öğrencilerin seri ve paralel bağlı devrelerde akımın büyüklüğüne ilişkin kavram yanlışlarının oluşmasında OHM yasasını yeteri derecede öğrenememeleri sebep olarak gösterilebilir.

Manyetizma Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Mıknatıslanma ve elektromıknatıs kavramları Elektrik ve Manyetizma konusunda yer almaktadır. Bu bağlamda 2000 yılından günümüze kadar değişen programlarda Elektrik ve Manyetizma ünitelerinde yer alan sadece elektromıknatıs kavramına ait kazanımlar Tablo 36’ da verilmiştir.

Tablo 36

Manyetizma Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar

Manyetizma:

Elektromıknatıs yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer.

Sınıf	Ünite-konu	Kazanım	Bilişsel boyut
TIMSS	2. Mıknatısları ve elektromıknatısların özellikleri ve kullanımları:	2.1 Kalıcı mıknatıslanma özelliklerini tanımlar (çekim/itme; ve manyetik kuvvetin gücünün uzaklığa göre değişimi)	Bilme
		4.2.2. Elektromıknatıslara ilişkin özellikleri tanımlar (güç, akım ve bobin sayısına göre değişir, manyetik alan açılıp kapatılabilir ve kutuplar değişebilir)	Bilme
		4.2.3. Mıknatısların ve elektromıknatısların günlük kullanımlarını tanımlar pusula, kapı zili veya geri dönüşüm fabrikası gibi.	Bilme

(Devam ediyor)

Tablo 36 (Devam)

Manyetizma Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar

Manyetizma:

Elektromıknatis yapımında kullanılan demir çubuktan akım geçer.

	Sınıf	Ünite-konu	Kazanım	Bilişsel boyut
2000	8	5. Ünite: Yaşamımızı Etkileyen Manyetizma	1. Akımın çevresinde manyetik alan şiddetinin nasıl arttırılacağını açıklayarak gösterir. 2. Bir elektro mıknatis yapar, kutuplarını akım yönünden giderek belirler, çalıştırır ve çubuk mıknatisla karşılaştırır. 3. Elektromıknatisin alan şiddetinin nasıl arttırılacağını açıklayarak gösterir. 4. Elektromıknatislerin kullanım alanlarına örnekler verir. 5. Mıknatisin üzerinden akım geçen tele kuvvet uyguladığını fark eder.	Uygulama Uygulama Uygulama Bilme Uygulama
2005	8	7.Ünite: Yaşamımızdaki Elektrik 1. Elektrik akımının manyetik etkisi ve elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüşümü	1.1. üzerinden geçen akım geçen bobinin, bir çubuk mıknatis gibi davrandığını fark eder. 1.2. Bir elektromıknatis yaparak kutuplarını akımın geçiş yönünden faydalanarak bulur. 1.3. Üzerinden akım geçen bobinin merkezinde oluşan manyetik etkinin, bobinden geçen akım ve bobinin sarım sayısı ile değiştiğini deneyerek keşfeder.	Bilme Uygulama Akıl yürütme

2000 Öğretim programında 8. sınıf 5. ünite “Yaşamımızı Etkileyen Manyetizma” başlığı altında 20 kazanım yer almıştır. Bu kazanımlarda mıknatis ve özellikleri, indüksiyon akımı, elektrik enerjisinin üretimi, nakli ve dağıtımı, kullanım alanları, dağıtım ve kullanımından doğan tehlikeler, alınabilecek önlemler ile elektrik akımının etkilerine ilişkin uygulama ve deneylerle kavramaları amaçlanmıştır (MEB, 2000). Elektromıknatis kavramına ilişkin bilme ve uygulama basamağı düzeyinde üç kazanıma yer verilmiştir. Elektromıknatis yapımı, elektromıknatisin kutuplarını belirleme ve çubuk mıknatisla karşılaştırması beklenmektedir. Fakat TIMSS bağlamında incelenen davranış, elektromıknatis yapımında kullanılan çivi ya da iletken üzerinden akım geçip geçmeyeceği bilgisidir. Bu durumda öğrenci elektromıknatis yapsa bile bu elemanların mıknatislanma sırasında hangi görevleri olduğunu da bilmelidir.

2005-2008 öğretim programında manyetizma ünitesine 5 ve 8. sınıf düzeyinde yer verilmiştir. Kazanımlarda mıknatisların birbirine uyguladıkları kuvvetin gözlemlenmesi;

mıknatısların kutupları, bu kutupların kuzey ve güney olarak isimlendirildiği ve kutupların birbirine uyguladığı kuvvetlerin ne olduğu ayrı ayrı kazanımlarla ifade edilmiştir. Öğrencilerin bu kazanımlarla mıknatısların kutupları ve bu kutupların birbirine uyguladıkları kuvveti uygulama düzeyinde öğrenmesi beklenir.

2005 Öğretim programında yer alan kazanımlarda, üzerinden akım geçen bobinin mıknatıs gibi davrandığını fark eder; bir elektro mıknatıs yaparak kutuplarını belirlemek ve çubuk mıknatısın hareketinin elektrik akımı oluşturduğunu deneyerek keşfetmek olarak ifade edilmiştir. Elektromıknatıs yapımında kullanılan maddelerin özelliklerine ilişkin kazanıma yer verilmemiştir.

2013 ve 2018 öğretim programlarında elektromıknatıs kavramına ait kazanım yer almamaktadır. TIMSS bağlamında 2019 yılında da sorulan ve %43 oranında ortaya çıkan kavram yanılgısı 2000 ile 2018 yıllarına ait öğretim programlarının değişimine yönelik önemli veri sunmaktadır. Elektromıknatıs konusuna ilişkin maddeler 2019 yılında yer alırken 2018 öğretim programında elektromıknatıs konusu tamamen kaldırılmıştır.

2018 öğretim programının güncelleme sürecinde farklı ülkelerin son yıllarda benzer gerekçelerle yenilenip güncellenen öğretim programları incelenmiş, yurt içinde ve yurt dışında eğitim öğretim ve programlar üzerine yapılan akademik çalışmalar taranmıştır. Öğretim programında bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerilerine yer verilmiştir. Özellikle mühendislik ve tasarım becerilerinde fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır (MEB, 2018).

2000 ve 2005-2008 öğretim programlarında mıknatısların kutuplarının birbirine uyguladıkları kuvvete ilişkin kazanımlara yer verilirken, 2013 ve 2018 öğretim programlarında sadece mıknatısa ait temel bilgi boyutunda kazanımlara yer verilmiştir. Öğrenciler mıknatısı tanımlayabilir fakat özelliklerine ve uyguladıkları kuvvetin şekline ilişkin herhangi bir bilgiye sahip olmaz. 2018 yılında programında fen ve mühendislik uygulamaları her bir ünitenin içine entegre edilmiştir. Mıknatıs kullanarak tasarım yapmak isteyen bir öğrencinin hangi mıknatısı ne amaçla kullanacağını bilmeden tasarım yapması beklenmektedir.

Öğrencilerin tasarım yapabilmesi, teknoloji ile ilişkilendirebilmesi ve ürün oluşturabilmesi için temel fen kavramlarını bilmesi gereklidir. Geçmişte ve günümüzde teknolojide kullanılan elektromıknatıs geçerliğini korumakta ve bilgisayarlardan cep telefonlarına kadar her türlü teknolojide önemli rol oynarlar. Bu bağlamda Dünya çapında önemli bir sınav olarak görülen ve öğretim programlarının yenilenmesinde etkili olan TIMSS sınavı sonuçlarının Türkiye Fen Öğretim Programlarında iyi değerlendirilmediği ve programlara yansıtılmadığı ortaya çıkmıştır.

Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Belirlenen kavram yanılgılarının öğretim programlarında nasıl ele alındığını incelemek amacıyla 2000-2005-2013 ve 2018 yıllarında güncellenen öğretim programlarında yerçekimi kuvvetine ait kazanımlar incelenmiştir.

Tablo 37

Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar

Belirlenen Kavram yanılgısı			
	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
2000	Kuvvet ve Hareket 4. Ünite	Yerin etrafındaki her cismi merkezine doğru çektiğini fark eder ve güneş sisteminde yerçekiminin rolünü açıklar	Uygulama
2005	Kuvvet ve Hareket 6.Sınıf 2. Ünite	Ağırlık	
		1.Dünyadaki kütle çekim kuvvetinin varlığını, etrafındaki olaylardan yararlanarak gözlemler.	Uygulama
		2. Dünya ile yeryüzündeki kütleler arasındaki çekim kuvvetini yer çekimi kuvveti olarak isimlendirir.	Bilme
		3. Yer çekimi kuvvetinin Dünya'nın merkezine doğru etkilediğini fark eder	Bilme
		4. Kütleye etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır.	Bilme
		5. Ağırlığı bir kuvvet olarak tanımlar ve dinamometre ile ölçer	Uygulama
		6. Farklı gezegenlerde aynı kütlenin ağırlığının neden farklı olacağını açıklar.	Uygulama
		7. Kütle ile ağırlığı birbirinden ayırt eder.	Uygulama

(Devam ediyor)

Tablo 37 (Devam)

Yerçekimi Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar

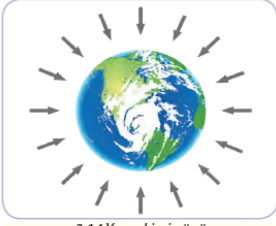
Belirlenen Kavram yanılgısı			
	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
2013	Kuvvetin Büyüklüğünün Ölçülmesi 5.Sınıf 2. Ünite	1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer ve birimini ifade eder. 2. Kuvvet birimi olarak Newton (N) kullanılır.	Uygulama Bilme
	Kuvvet ve Enerji 7.Sınıf. <i>Kütle ve Ağırlık İlişkisi</i>	1. Kütleyle etki eden yerçekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırarak, ağırlığı bir kuvvet olarak tanımlar ve büyüklüğünü dinamometre ile ölçer. 2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	Uygulama Uygulama
2018	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme 5.Sınıf 3.Ünite	1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer. <i>Kuvvet birimi olarak Newton (N) kullanılır.</i> 1. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar.	Uygulama Akıl yürütme
	Kuvvet Ve Enerji 7.Sınıf Kütle ve Ağırlık İlişkisi	1.Kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır. <i>a. Ağırlığın bir kuvvet olduğu vurgulanır.</i> <i>b. Dinamometre kullanılarak ağırlık ölçümü yaptırılır.</i> 2.Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	Bilme Uygulama
		3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar. <i>Matematiksel bağıntılara girilmez.</i>	Uygulama

2000 yılı öğretim programında Yerçekimi Kuvveti ilk olarak “Yerin etrafındaki her cismi merkezine doğru çektiğini fark eder ve güneş sisteminde yerçekiminin rolünü açıklar” kazanımı temelinde ele alınmıştır. Kazanımda yerçekimi kuvvetinin her cismi merkeze doğru çektiği vurgulanmakta ve ardından Güneş sistemi temelinde kütle çekim kanunu vurgulanmaktadır. Öğrencinin ilk defa karşılaştığı yerçekimi kavramını -güneş sistemi temelinde- soyut bir şekilde düşünmesi beklenmiştir. Bununla birlikte yerin her cismi merkezine doğru çektiğini fark eder kazanımında öğrencinin her durumda yer çekimini fark etmesi mümkün değildir. 2007 TIMSS sınavında ilgili kavram yanılgısı oranı Madde 1 için %60, Madde 2 için %65 oranında ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda kazanımın içerikte nasıl verildiği önemlidir.

2013 programında 5. Sınıfta öğrenciden beklenen kuvvet tanımlaması ve dinamometre ile ölçmesidir. Bu durumda aynı kazanım 7.2.1.1 ile 7. sınıf düzeyinde tekrar ele alınmıştır. Bu kazanım ile yer çekimi kuvvetinin yönü, yer çekiminin hangi durumlarda etki ettiği üzerinde durulmadan doğrudan ağırlık kavramına vurgu yapılmıştır. 2005 Öğretim Programında “Kuvvet ve Hareket” olan ünite başlığı 2013

öğretim programında “Kuvvet ve Enerji” olarak değiştirilmiştir. Ders saatlerinde herhangi bir değişikliğe gidilmemekle birlikte kazanım sayılarında büyük oranda azalma meydana gelmiştir.

2018 yılında güncellenen öğretim programlarında 5.sınıf düzeyinde 3. Ünite “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” Kuvvetin ölçülmesi konu başlığı altında yer almıştır. 2013 yılında bir kazanım olan konu 2018 programında “F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar. ” kazanımı eklenerek iki kazanım olarak yer almıştır. 7. Sınıfta 3. Ünite Kuvvet ve Enerji ünitesinde “Kütle ve Ağırlık İlişkisi” konu başlığı altında yer çekimi kavramına yer verilmiştir. Bu kazanıma ait içerik Görsel 14 ve 15’de verilmiştir.

2018-2019 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı örneği	Kavram Yanılgısına Neden Olabilecek İçerik
YER ÇEKİMİNİN YÖNÜ  3.14 Yer çekimi yönü Yüksekten bırakılan her nesne yere düşer. Benzer şekilde ne kadar yükseğe zıplarsanız zıplayın sonunda tekrar yere düşersiniz. Bunun sebebi Dünya'nın yer çekimi kuvvetidir. Yer çekimi, cisimleri daima Dünya'nın merkezine doğru çeker. Bu nedenle yer çekiminin yönü Dünya'nın merkezine doğrudur. Görselde Dünya üzerinde farklı noktalardan geçen okların yönü Dünya'nın merkezine doğrudur ve yer çekiminin yönünü göstermektedir.	Eksik içerik “Yüksekten bırakılan her nesne yere düşer” cümlesi ile vurgulanan kelime yine “düşme” dir. Özellikle “bırakılan” kelimesi ile anlaşılan bırakılmadan önce yer çekimi kuvveti etki etmediğidir.

Görsel 14. Yerçekimi Kuvvetine İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2000 Öğretim programı 5. Sınıf 4. Ünite b bölümü	Kavram Yanılgılarına Neden Olabilecek İçerik
Gözlem ve İnceleme: Cisimlerin Yer Tarafından Çekildiğinin Gözlenmesi Kalem, silgi, tebeşir ve top gibi cisimler alınız. Sırasıyla belli bir yükseklikten serbest bırakarak hareketlerini gözleyiniz. Serbest bırakılan cisimlerin hareket yönü ne tarafa doğrudur? Elinizdeki cisimleri bir de sırasıyla yukarı atıp hareketlerini izleyiniz. Yukarıya attığınız cisimlerin giderek yavaşlamasını, durmasını ve sonra da hızlanarak yere doğru düşmesini nasıl açıklarsınız? Bırakılan cisim hızlanarak yere düşer. Yukarı atılan cisim bir süre sonra yere düşer. 2. Cisimlerin Yer Tarafından Çekilmesi Hareketli bir cismin hızında değişiklik olması için o cisme bir kuvvet uygulanması gerektiğini öğrenmişsiniz. Serbest bırakılan cisimler (tarafımızdan bir kuvvet uygulanmadığı hâlde) yere doğru hızlanan hareket yapar. Biz bir kuvvet uygulamadığımıza göre bu cisimleri yere doğru çeken başka bir kuvvet olmalıdır. Bu kuvvete yerin çekim kuvveti denir. Bir cisme etki eden, yer çekimi kuvvetine o cismin ağırlığı denir. Demek ki ağırlık da bir çeşit kuvettir. Kitap, çanta ve sıranızı kaldırarak ağırlıkların karşılaştırdınız. Yer Çekimi Kuvveti Yerin çekim kuvveti, cismin kütlesine bağlıdır. Cismin kütlesi arttıkça yerin bu cisme uyguladığı çekim kuvveti de artar. Kütle, madde miktarı olduğunu daha önceki sınıflarda öğrenmişsiniz. Paris'te ölçüler ve ayarlar bürosunda, endüstriyel plâttin özel boyutlarda yapılmış bir silindiri vardır. Bu silindirin madde miktarı, uluslararası anlaşmalarla sonuçunda kütle ana birimi olarak kabul edilmiştir. Bu kütle miktarına, 1 kilogram denir. Kısaca kg şeklinde yazılır. Kütle m ile gösterilir. Yerin çekim kuvveti, cismin yerin merkezine olan uzaklığına da bağlıdır. Cisim, yere yaklaştıkça çekim kuvveti artar, uzaklaştıkça azalır. Kutuplar yerin merkezine, Ekvator'a göre daha yakındır. Bu nedenle kutuplardaki cismin ağırlığı, Ekvator'a göre daha fazladır. Ayrıca deniz seviyesinden yükseldikçe, cisim yerin merkezinden uzaklaşacağı için ağırlığı azalır. 3. Kuvvetin Ölçülmesi ve Birimi	Gösterimlerin eksik olması Görsel yerçekimi kuvvetinin detaylandırılması için iyi bir örnek oluşturuyor. Fakat yerçekimi kuvvetinin etkisini görsel üzerinde hangi durumlarda etki ettiğine ilişkin bir açıklama yer almıyor. Yerçekimi kuvveti açıklanırken üst üste bilgi verilmesi ve karışık şekilde açıklanması öğrencide belirsizliğe yol açabilmektedir

Görsel 15. Yerçekimi Konusunda Ders Kitabı Örneği

Görsel 15’ de öğrenciden çeşitli nesneleri yere bırakması ve gözlem yapması isteniyor. Serbest bırakılan cisimlerin hareket yönünün belirlenmesi ve daha sonra tekrar yukarı fırlatması isteniyor. Yukarıya atılan cisimlerin giderek yavaşlaması ve sonra da hızlanarak yere düşmesini nasıl açıklarsınız? sorusu yer çekimi kuvvetinin her durumda etki ettiğine yönelten ifadedir. Özellikle yer çekimi kuvvetinin “serbest bırakılan cisimler üzerinde” etki ettiği vurgusu öğrencilerde kavram yanılgısına neden olabilir. Cisimler üzerinde yapılan etkinlikler incelendiğinde serbest bırakılan ve yukarıya doğru fırlatılan cisimler üzerinde etkisine vurgu yapılmıştır. Yukarıya doğru fırlatılan cisimlere hangi noktalarda yer çekimi etki ettiğine de vurgu yapılmalıdır.

2007 TIMSS sınavında kuvvet ve hareket ünitesinin temel kavramlarından olan yerçekimi kuvveti sorularında başarı oranı %29,8 ve %33,8 dir. Üçüncü soruda doğrudan serbest bırakılan cisme etki eden kuvvet sorusu başarı oranı da %37,9’dur. Öğrenciler hangi durumlarda cisimlere yerçekimi kuvveti etki ettiğini bilmemekle beraber doğrudan yerçekimi sorulduğunda da başarı gösterememiştir.

2007 yılında 8. sınıf öğrencileri 2000 yılı öğretim programı ile TIMSS sınavına katılmıştır. Öğrencilerin başarı oranı %29,8’dir. Kazanım temelinde öğrencilere yerçekimi kuvveti oldukça sığ ve soyut bir şekilde sunulmuştur. Aynı zamanda kazanımlarda yerçekimi kuvvetinin özellikleri açık seçik yazılmamıştır. Güneş sisteminde yerçekimini açıklar, kazanımından sonra elektrostatik ve manyetik kuvveti gösterir ve açıklar kazanımları yer almıştır. Yerçekimi kuvvetinin etkisi sonucu oluşan “ağırlık” kavramına ise daha sonraki kazanımda yer verilmiştir. Bütünlük bozulmakla beraber öğrencilerde kavram kargaşasını giderecek ve kavram yanılgısını önleyecek düzeyde yeterli kazanım mevcut değildir.

2005 yılında güncellenen öğretim programı sarmal yaklaşım temel alınarak geliştirilmiştir. Bu nedenle öğrenme alanlarındaki temel kavramlar her sınıfta tekrarlı bir şekilde ele alınmıştır. Sınıf düzeyi arttıkça bilgi, anlayış ve becerilerin derinliğinin arttığı ve kapsamının genişlediği gözlenmiştir.

2005 programında 6. sınıf düzeyinde yer almıştır. Kazanımlar sadeleştirilmiş ve sayısı azalmıştır. 2000 öğretim programına göre yerçekimi kavramına ait kazanım sayısı artmış ve daha anlaşılır ifadeler kullanılmıştır. Bununla birlikte bu öğretim programında ağırlık kavramı yer çekimi kavramından daha ön planda tutulmuştur. Kazanımlarda ilk olarak “4.1 Dünyadaki kütle çekim kuvvetinin varlığını, etrafındaki olaylardan yararlanarak gözlemler.” kazanımına yer verilmiştir. Öğrenciden beklenen günlük hayattan yola çıkarak Dünya’nın kütlelere çekim kuvveti uyguladığını tespit etmesidir.

Daha sonra ki “4.2. Dünya ile yeryüzündeki kütleler arasındaki çekim kuvvetini yer çekimi kuvveti olarak isimlendirir” kazanımı ile bu çekim kuvvetini yer çekimi kuvveti olarak isimlendirmesi beklenir. Öğrenci yer çekimini isimlendirdikten sonra “4.3 Yer çekimi kuvvetinin Dünya’nın merkezine doğru etkilediğini fark eder.” kazanımı ile yer çekimi kuvvetinin yönünü öğrenir. Bu kazanımlardan sonra yer çekiminin etkisi olan ağırlık kavramına ilişkin kazanımlara geçilmiştir.

Ünitenin amacında “yerçekimi kuvvetinin varlığını gözlemlerle ilişkilendirerek ağırlık kavramını açıklar” ifadesi yer çekimi kuvvetinden ziyade yer çekiminin etkisi sonucu oluşan ağırlık kavramına vurgu yapılmıştır.

2005 öğretim programına göre hazırlanan 6.sınıf ders kitabı (MEB, 2006)	Kavram yanlışlığına neden olabilecek içerik
 Niçin yere doğru düşeriz? Havada asılı kaldığınızı, tavanda ayakta durduğunuzu ya da bir zıplamada merdivenleri çıktığınızı kavramının doğrudan uzay örneği ile açıklanması karışıklığa neden olmaktadır. Somuttan soyuta ilkesi dâhilinde ele alınmalıdır. “Özel ortamlarda bir duvardan ötekine” Cümlesi incelendiğinde özel ortamların nasıl ortamlar olduğu açıklanmamıştır. Yerçekimi kuvvetinin açıklanmasında ilk olarak soyut olan uzay kavramı ile beraber açıklanması için öğrencinin daha önceden uzay ortamlarının nasıl olduğunu bilmesi gerekir. Fakat uzay ünitesi yedinci sınıfta detaylı olarak ele alınmaktadır. Bu anlamda yerçekiminin ne olduğunu henüz bilmeyen bir öğrencinin uzay kavramıyla beraber düşünüp yerçekimi kuvvetini keşfetmesi karmaşaya yol açabilir.	Soruların Hatalı olması “Niçin yere doğru düşeriz?” sorusu dikkat çekmektedir. Sorunun doğrudan “düşme” temelli sorulması öğrencilerde “yerçekimi sadece düşen cisimlere etki eder” kavram yanlışlığına neden olabilir. Aynı zamanda yerçekimi Başlıkların uygun olmaması “Cisimler Niçin Yere Düşer” etkinliğinde yine “düşme” kavramına vurgu yapılmıştır. Öğrenciden çeşitli nesneleri bırakması ve gözlem yapması istenmektedir. Öğrencide elinde tuttuğu nesneye yerçekimi kuvveti etki etmediği ancak bıraktığı zaman yerçekimi kuvveti etki edebileceği kavram yanlışlığı oluşabilir.
1. Etkinlik Cisimler Niçin Yere Düşer? Unları Yapalım Tahta silgisini, kitabı ve taşı belli bir yükseklikten bırakalım. Hareketlerini gözlemleyelim. Kâğıdı ve makası kullanarak kâğıt insanı yapalım. Dünya modeline dört kâğıt insanı Kuzey Kutbu’na, Güney Kutbu’na, Ekvator’a ve kendimizin belirlediği her hangi bir noktaya, gerçekte nasıl durduğunu düşünerek bant yardımı ile yapıştıralım. onuca Varalım Yukarıdan bıraktığımız cisimlerin hareket yönleri nasıldır? Dünya modeli üzerine yerleştirdiğimiz kâğıt insanların düşmeden durması için bant kullandık. Gerçekte insanları Dünya’da tutan nedir? • kâğıt • makas • bant • dünya modeli • tahta silgisi • kitap • taş 	

Görsel 16. Yerçekimi Kuvvetine İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

Yerçekimi kuvvetine ilişkin kazanım ve ders kitabı örneği Görsel 16’ da verilmiştir. Yerçekimine ait ayrıntılı, bilimsel herhangi bir açıklama yer almamakla birlikte öğrencinin yerçekimi kuvvetinin hangi durumlarda etki ettiğine ait somut örnekler içeren etkinlikte yer almamaktadır. TIMSS sorularından yola çıkarak belirlenen “Yerçekimi sadece düşen nesnelere etki eder, ancak hareketsiz nesnelere (zeminde veya başka bir

yüzeyde duran) veya yukarı doğru hareket eden nesnelere etki etmez” kavram yanılığına neden olacak etkinlik ve ifadeler tespit edilmiştir.

İlk etkinlik örneğinde geçen bu cümle de ise “Bir topu havaya attığımız zaman top neden yere düşer” cümlesi daha ayrıntılı olarak ele alınmalıdır. Aksi takdirde öğrencide topa sadece top yere düşerken yerçekimi kuvveti etki eder yanılığı oluşmaktadır

2007 TIMSS sınavında Madde 1 ve Madde 2 için belirlenen kavram yanılığı oranı en yüksek iken 2011 TIMSS sınavında Madde 1 için belirgin bir düşüş görülmemekle birlikte Madde 2 için %65’ den %56,2’ ye düşmüştür. Maddeler uygulama düzeyinde ve 2005 öğretim programında da bilme ve uygulama düzeyinde kazanımlara yer verilmiştir. İlgili kazanımlar öğretim programında yer almakta fakat kavram yanılığını giderecek doğrultuda kazanım veya açıklamaya yer verilmemiş olması kavram yanılığının yüksek oranda devam etmesinin nedeni olabilir.

Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılığlarına İlişkin Kazanımların, Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi

Kimya alanında Maddenin Bileşimi, Kimyasal Değişimler, Kimyasal Değişimlerde Madde ve Enerji ünitelerinde belirlenen kavram yanılığlarına ilişkin kazanımlara öğretim programları ve ders kitaplarında nasıl yer verildiğine ilişkin bulgu ve yorumlar sırasıyla sunulmuştur.

Maddenin Bileşimi Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılığlarına İlişkin Kazanımların Öğretim Programları ve Ders Kitabında İncelenmesi. Maddenin Bileşimi ünitesinde belirlenen kavram yanılığları “Bir madde ezilirse atomları: Parçalanır/ daha küçük atomlara parçalanır/dümdüz olur/ farklı atomlara/moleküllere dönüşür” olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda öğretim programlarında Maddenin Tanecikli Yapısı, Atomun Yapısı gibi ilgili üniteler incelenmiştir.

Belirlenen kavram yanılığlarının öğretim programlarında nasıl ele alındığını incelemek amacıyla TIMSS bağlamında ilgili kazanıma 2000 yılından günümüze kadar değişen öğretim programlarında karşılık gelen konu ve kazanımlar Tablo 38’ de verilmiştir.

Tablo 38

Maddenin Bileşimi Ünitesinde Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

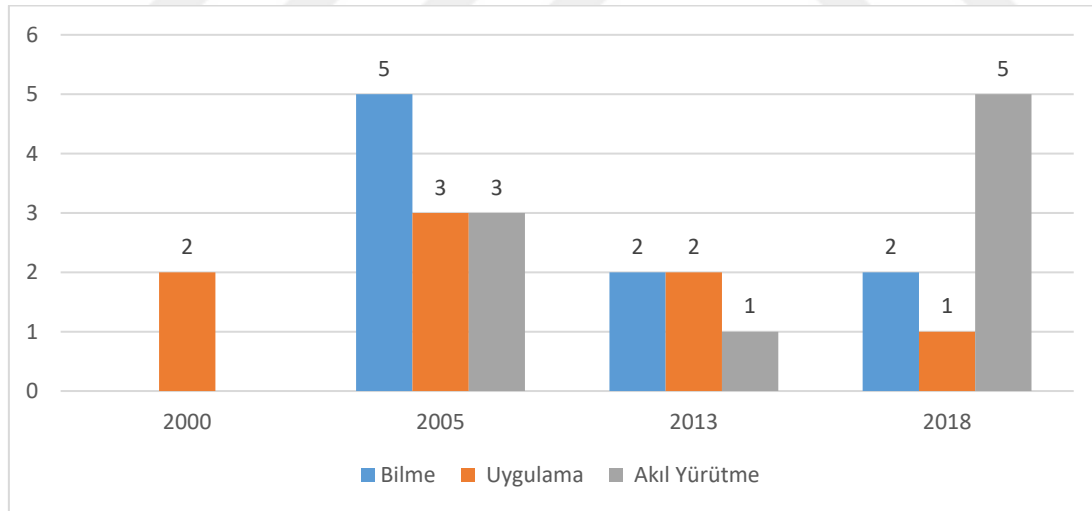
	Sınıf	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
TIMSS Hedef-Kazanım		Maddenin Bileşimi	1.2. Atom ve moleküllerin yapısı A. Maddenin yapısını parçacıklar temelinde açıklar (atomik ya da moleküler) B. Atomu oluşturan atom altı parçacıkları tanımlar (proton-nötron ve çekirdeğin etrafında dönen parçacık elektronlar) C. Molekülleri atomların oluşturduğu kombinasyonlar olarak tanımlar, H ₂ O, O ₂ , ve CO ₂ gibi	
2000	7	1. Ünite: Maddenin İç Yapısına Yolculuk	1. Atomun yapısını çekirdek ve etrafındaki enerji düzeyleriyle açıklar ve günlük yaşamdan kullanım alanlarına örnekler verir. 2. Atomun numarasını ve kütle numarasını kullanarak atom altı parçacıkların sayısını örneklerle hesaplar.	Uygulama Uygulama
2005-2008	6	3. Ünite: Maddenin Tanecikli Yapı	1. Maddelerin görünmez küçük parçalara bölünebildiğini deney yaparak fark eder. 2. Maddelerin nereye kadar ardışık bölünebileceğini sorgular 3. Her türden maddenin bölünmesi zor, görülemeyecek kadar küçük yapı taşlarından oluştuğunu belirtir. 4. Maddenin, küreye benzer yapı taşlarını atom şeklinde adlandırır. 5. Atom kavramı ile ilgili düşüncelerin zaman içinde nasıl değiştiğini fark eder. 6. Atomların daha da küçük parçacıkların oluştuğunu fark eder	Akıl yürütme Akıl yürütme Bilme Bilme Bilme Bilme
	7	2. Atomun Yapısı	1. Atomun çekirdeğini, çekirdeğin temel parçacıklarını ve elektronları temsili resimler üzerinde gösterir. 2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular 3. İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir. 4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar. 5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.	Uygulama Akıl yürütme Uygulama Bilme Uygulama

(Devam ediyor)

Tablo 38 (Devam)

Maddenin Bileşimi Ünitesinde Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

	Sınıf	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
2013	7	3. Ünite Maddenin Yapısı ve Özellikleri 7.3.1. Maddenin Tanecikli Yapısı	1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir. 2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular. 3. İyonların nasıl oluştuğunu kavrar, anyon ve katyonlara örnekler verir. 4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar 5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar	Bilme Akıl yürütme Uygulama Bilme Uygulama
2018	7	4. Ünite: Saf Madde Ve Karışımlar F.7.4.1. Maddenin Tanecikli Yapısı	1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıklarını söyler. 2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular 3. Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder. 4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.	Bilme Akıl yürütme Bilme Uygulama



Şekil 36. İlgili Kavram Yanılgısının Öğretim Programlarında Yıllara Göre Bilişsel Boyut Dağılımı

2000 yılından günümüze kadar değişen ve gelişen öğretim programlarında “Atomun parçalanmasına yönelik” ilgili kazanımlar incelenmiştir. Şekil 36’ya göre en dikkat çeken durum 2005 öğretim programında Bilme basamağına ilişkin kazanım sayısı fazla iken, 2018 öğretim programında akıl yürütme basamağına yönelik kazanım daha

fazla olmasıdır. 2011 TIMSS sınavında öğrenciler bir madde ezilirse atomları da parçalanır/dümdüz olur kavram yanlışlarına 2015 ve 2019 TIMSS e göre daha az sahiptir. Bununla birlikte 2011 TIMSS sınavında ise “Bir madde ezilirse atomları farklı atomlara/moleküllere dönüşür” kavram yanlışısı daha fazladır.

2000 öğretim programında atom kavramına ilk olarak 4. sınıf düzeyinde “Maddenin Doğası” ünite başlığı altında yer verilmiştir. Bu ünite de öğrencilerin yakın çevresinde bulunan ve günlük yaşamda sıkça karşılaşılan madde ve cisim örnekleri üzerinde maddenin görülebilir, hissedilebilir ve ortak özelliklerini, hallerini ve tanecikli yapısını, temel anlamda enerjinin varlığını ve canlılar için önemini gözlemlerle, uygulamalarla, deneylerle ve farklı etkinliklerle kavramaları amaçlanmıştır (MEB, 2000). “Maddenin tanecikli yapısına günlük yaşamdan örnekler verir” ve “Atom ve molekül kavramlarını basit örneklerle açıklar” ilgili kazanımlardır. Öğretim programında öğretme ve öğrenme etkinliklerine ilişkin örneklerde:

Öğrenciler sınıfa getirdikleri 5 cm uzunluğundaki ince bakır teki makasla kesilebilecek en küçük parçaya kadar sürekli iki parça halinde keser. Öğretmen, öğrencilerin mekanik işlemlerle bölemedikleri tel parçalarını hayal güçlerini kullanarak sürekli bölmelerini ve sonuçta ne olabileceğini sorar... açıklamasına yer verilmiştir.

Açıklamada öğrencilerden bakır teli kesmeleri istenir ve bu etkinlik ile atom kavramının farkına varılır. Fakat etkinliğin devamında bakır telin kesilmesi ile bakır teli oluşturan atomlara ne olacağına ilişkin bir soru, açıklamaya yer verilmemiştir. Öğrenciden atomları oluşturan atom altı parçacıkların tartışılması beklenmektedir. Atomun temel yapı taşları elektron, proton ve nötron konularına yönelik öğrencinin araştırma yapması beklenmektedir. Atom ve atom altı parçacıklara 4. sınıf düzeyinde yer verilirken en temel haliyle bir madde ezildiğinde/ parçalandığında vs atomlarına ne olur? Sorusuna cevap verebilecek düzeyde değildir. 7. sınıf düzeyinde atomun yapısı çekirdek ve enerji düzeyi boyutunda ele alınmış ve atom numarası, kütle numarasına ilişkin kazanıma da yer verilmiş ve matematiksel hesaplamalara yer verilmiştir. 2000 Öğretim programına göre hazırlanan 2004 yılına ait ders kitabında atomun yapısı doğrudan atom çekirdeği, iyonlar ve elementlerin izotopları kavramlarıyla açıklanmıştır. Madde ve atom arasındaki ilişki, maddenin değişiminin atom üzerindeki etkisine yönelik temel düzeyde herhangi bir içeriğe yer verilmemiştir.

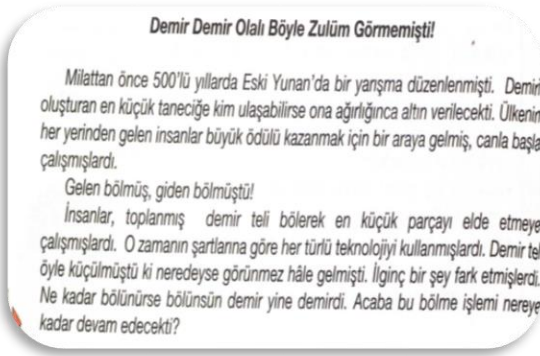
2005 öğretim programında öğrencilerin doğrudan atom kavramı ile ilk tanışmaları 6. sınıf “Fen ve Teknoloji” dersinde “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusu ile başlamakta

ve birçok kimya kavramının da temeli bu sınıfta atılmaktadır. Öğrenciler sıkışma ve genleşme özelliklerini karşılaştırarak maddelerin küçük, görülemez, hareketli taneciklerden oluştuğunu, bu tanecikler arasında boşluk bulunduğunu sezecek, atom ve molekül kavramlarıyla ilişkilendirerek element ve bileşik kavramlarını tanımlayacaktır (MEB, 2005).

2005 Öğretim programında Maddenin yapı taşları olan atom konusunda atom kavramında kazanımlar katı, sıvı ve gazların sıkışma-genleşme özelliklerini karşılaştırması, gazlarda boşluk olduğunun çıkarımının yapılması ile atom arasında makroskobik özelliklerden yola çıkılarak verilmesi istenmiştir. Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinde dört konu başlığında toplam otuz altı kazanıma yer verilmiştir. Araştırmada sadece kavram yanılgılarına yönelik kazanımlara yer verildiğinden altı kazanım incelenmiştir. Bu kazanımların devamında maddenin görünmez çok küçük parçacıklardan oluştuğunu fark etmesi ve maddelerin yapı taşlarını atom olarak adlandırması, atomlarında daha küçük parçacıklardan oluştuğunu fark etmesi beklenir. “Maddenin küreye benzer yapı taşlarının atom olarak adlandırır ve atom kavramının tarihsel süreçte nasıl değiştiğini fark eder, atomların daha da küçük parçacıkların oluştuğunu fark eder” kazanımlarında özellikle öğrencilerden beklenen “fark eder” davranışdır. Fakat öğrencilerin maddeleri görünmeyecek kadar küçük parçalara bölebilmesi ve bunu fark etmesi neredeyse imkânsızdır. Bu durumda kazanım ifadeleri öğrenci davranışına dönük olarak yazılmamıştır. İkinci konu Maddelerin özellikleriyle tanecikli yapısı arasında ilişki kurmak konu başlığında atom, element, bileşik kavramlarına ilişkin mikroskobik ve makroskobik düzeyde kazanımlar yer almıştır. Makroskopik seviye gözlemlenebilen olguların resimlerle ve diyagramlarla gösterildiği seviyedir (örneğin maddenin rengi, şekli, boyutu, erimesi, donması, genleşmesi makroskopik özelliklere örnek olarak verilebilir). Diğer bir ifadeyle makroskopik özellikler gözle gözlemlenebilen özelliklerdir. Mikroskopik seviye ise maddenin yapısını ve özelliklerini açıklamak için atom ve moleküllerin hareketinin ve bileşiminin kullanıldığı seviyedir (Singer ve Wu, 2003). Yedinci sınıfta öğrenciler Maddenin Yapısı ve Özellikleri ünitesinde öğrencilerin element ve bileşikleri, maddelerin farkı yüklerle yüklenmesinden yola çıkarak elektron, proton ve nötron kavramlarını, elektron alışverişini, kimyasal bağları öğrenerek 8. Sınıf periyodik cetvel ve kimyasal tepkimeler konusu için alt yapı oluşturmaları beklenmektedir. 2005 Öğretim programı 2011 TIMSS sınavında etkili olmuştur. Öğrenciler %26,7 “Bir madde ezilirse atomları parçalanır ve yine aynı oranda “Bir madde ezilirse farklı atomlara/moleküllere dönüşür” ve %16,9 “Bir

madde ezilirse atomları dümdüz olur” kavram yanılgıları ortaya çıkmıştır. 2005 öğretim programının vizyonu fen ve teknoloji okuryazarlığı bağlamında bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmelerini öne sürer. Aynı zamanda fen ve teknoloji okur yazarı olan bireyin bilimsel bilginin doğasını, temel fen kavram ilke, yasa ve kurallarını anlayarak uygun şekilde kullanmasını öngörür. İlgili konu fen bilimleri alanında temel kavram olarak düşünüldüğünde öğrencilerin %70,3’ü bir madde ezilirse atomları parçalanır/dümdüz olur ya da farklı atom/moleküllere dönüşür kavram yanılgılarına sahiptir. 2011 TIMSS sınavında maddeyi doğru cevaplayan öğrencilerin en yüksek puanı Bilme basamağı puanıdır. Bu anlamda her ne kadar kazanımlar akıl yürütme basamağı düzeyinde yer alsa da Bilme basamağına yeteri kadar önem verilmediğinde üst basamaklara ulaşmada öğrenciler sıkıntı yaşamaktadır. Araştırma sonucuna göre atom konusu sarmal programlama yaklaşımı gereğince 6., 7., ve 8. sınıf ünitelerinde ele alınmakta ve sekizinci sınıf düzeyinde atomun geçmişten günümüze yapısını sorgular kazanımına akıl yürütme düzeyinde yer verilmesine rağmen öğrenciler atom konusunda temel bilgi düzeyine yeterince sahip değildir.

2005 Öğretim Programına Göre Hazırlanan 6. sınıf Ders Kitabı

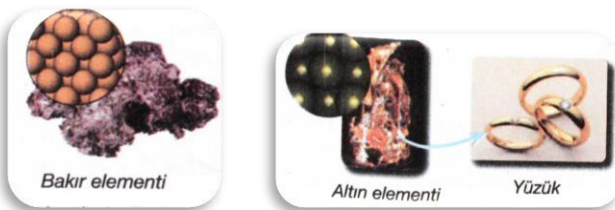


Kavram Yanılgısına Neden Olabilecek İçerik

Hatalı içerik: Başlıkların uygun olmaması, Bilgilerin güncel olmaması

Atıncı sınıf 2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında maddelerin nereye kadar bölünebileceğine ilişkin metin verilmiştir. Bu metin bilimsellikten uzak yazılmıştır. Demir bölündüğünde atomlara ne olduğu vurgulanmalıdır. Bu durumda öğrencide demir parçalanırsa atomlar da parçalanır, ezilir gibi kavram yanılgıları oluşabilir.

7. sınıf 2005-2008 öğretim programına göre hazırlanan Fen ve Teknoloji Ders Kitabına ait İçerik



Maddeye ilişkin resimler ve o maddenin içyapısının büyütülmüş resmi ile atom yapısı kavratılmaya çalışılmaktadır.

Görsel 17. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitaplarında maddenin nereye kadar bölünebileceği üzerinde durulmakta ve madde ile atom arasındaki ilişki görsel olarak ifade edilmekte fakat maddede meydana gelen değişikliğin atom üzerindeki etkisine değinen herhangi bir kazanım ve ders kitaplarında buna yönelik bir içeriğe rastlanmamaktadır. Şimşek ve diğerleri' ne (2019) göre “madde kesildiğinde atom da kesilir; bükülen bir telde atom da bükülür gibi” kavram yanlışları genellikle öğrencilere atom kavramı tanıtılırken kullanılan örnek çizimlerden ve resimlerden kaynaklanmaktadır. Ders kitaplarında bir maddenin resmi yer almakta ve maddenin iç yapısının büyütülmüş resmi ile atom yapısı kavratılmaktadır. Bu yanlış bir öğretimdir. Ders kitaplarında da Şimşek ve diğerleri'nin (2019) araştırmasında kavram yanlışlarına neden olan görsel içerik mevcuttur. Tren rayı, bakır cezve ve demir pencerenin görseli verilmiş ve atomlarının büyütülmüş resmi verilmiştir. Bu durumda maddelere uygulanan fiziksel değişimlerin atomlarında da aynı değişim olacağı söz konusu olabilir.

Belirlenen kavram yanlışlarının temelinde maddenin tanecikli yapısı konusu yer almaktadır. Maddenin tanecikleri denildiğinde ilk akla gelen atom ve molekül kavramlarıdır.

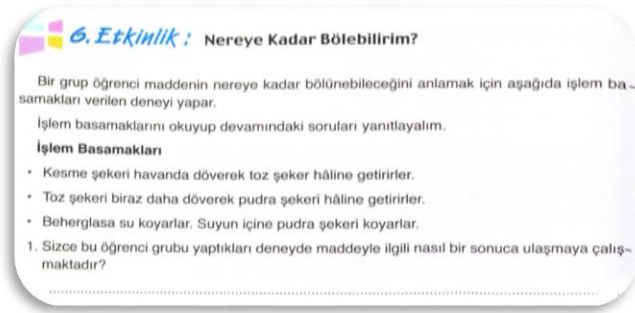
Atom ve molekül kavramları ise kimyanın temelini oluşturmaktadır. Öğrenciler maddenin tanecikli olduğu bilgisini bir şekilde duymuş olmalarına rağmen bu kavramı gerçek olaylara aktarmada güçlük yaşamaktadırlar (Baker ve Piburn, 1997). Öğrencilerin bu kavramlarla ilgili sahip oldukları herhangi bir kavram yanlışısı öğrencilerin kimyada daha sonra öğrenecekleri konulara bir engel oluşturmaktadır (Griffiths ve Preston, 1992). Bu da tanecikli yapıyla ilişkisi olan mol atom ve molekül modelleri (Baker ve Piburn, 1997), maddenin halleri ve gaz atom ve molekül modelleri (Baker ve Piburn, 1997), maddenin halleri ve gaz kanunları gibi konuların anlaşılmasında güçlük yaratmaktadır (Baker ve Piburn, 1997; Singer ve Wu, 2003).

Bu araştırmada Fizik alanında belirlenen kavram yanlışları “*Bir madde (katı/sıvı/gaz) soğutulduğunda moleküllerin boyutu küçülür ve moleküllerin sayısı azalır; Bir madde (katı/sıvı/gaz) ısıtılırsa tanecikler büyür ve sayıları artar*” kavram yanlışları ile kimya alanında madde ve doğası ünitesinde atom kavramında belirlenen “Bir madde ezilirse atomları da parçalanır/ dümdüz olur/ farklı atomlara dönüşür” kavram yanlışları birbirini oldukça desteklemektedir. Öğrencilerde madde hal değiştirdiği zaman bu değişimlerin taneciklerde de olduğu (atom da katıdan sıvıya döner vb) düşüncesi bir maddeye fiziksel bir etki ettiğinde bu değişimin atomlarda da olacağı kavram yanlışları oldukça benzerdir. Kind (2004) bu konuyla ilgili çalışmaları topladığı kitabında benzer sonuçlara yer

vermiştir. Bu çalışmada da öğrencilerin taneciklerin erime, donma, çözünme, genleşme, yanma, şekil değiştirme, patlama gibi olaylara ilişkin öğrencilerin düşüncelerine yer verilmiştir. Bazı öğrenciler madde erirken ya da donarken taneciklerinin eridiğini ya da taneciklerinin donduğunu düşünmektedirler. Öğrenciler düşüncelerini gördükleri şeyler üzerine kurdukları için okulda öğrendikleri ile maddenin tanecikli yapısına ait görüşlerini birleştirememektedirler. Bundan dolayı öğrenciler suyun ya da şekerin makro ya da mikro seviyedeki taneciklerden oluştuklarını kolaylıkla söylemektedirler. Ancak bu öğrencilerin bir kısmı gözle görülemeyen helyum gazı gibi renksiz bir maddenin yapısını açıklarken ise taneciklerinin gözle görülemeyeceğini söyledikleri ve bu taneciklerin de yuvarlak şekilde olduklarını belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin taneciklerin yapısını yuvarlak olarak düşünmelerinin nedeni olarak okuldaki öğretim gösterilebilir (Nakhleh ve ark, 2005). Altıncı sınıf düzeyinde maddenin tanecikli yapısına ilişkin kazanımların kavram yanlışlığını giderecek nitelikte olmadığı ve temel bilgi düzeyinin göz ardı edildiği ortaya çıkmıştır. Kazanımlarda özellikle ilgili kavram yanlışlarının giderilmesi için maddelerin tanecikli yapısı, atom kavramı ve maddede meydana gelen fiziksel değişimlerin tanecik- atom kavramları ile birlikte verilmesi gerekmektedir.

2008 yılında revize edilen öğretim programları sonrası Fen Bilgisi dersinin adı Fen ve Teknoloji olarak değiştirilmiştir. 2013 yılında ders kitapları güncellenmiş ve 2015 TIMSS sınavına giren sekizinci sınıf öğrencileri bu ders kitapları ile öğrenim görmüştür. Güncellenen ders kitapları daha çok öğrenci merkezli olup içerikte öğrenciye daha çok soru yöneltilerek hazırlanmış ve ders kitaplarında etkinliklere yer verilmiştir.

6. Sınıf 3. Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri (MEB, 2013, s.52)



Eksik içerik: örnek olmayanların verilmemesi

Maddenin atomlara kadar bölünebildiğini kavratmak amacıyla düzenlenen etkinlikte şekerin dövüldüğünde atomlarına ne olduğuna değinilmemiştir. Bu durumda öğrenci şeker ezildikçe atomlar da ezilir vb kavram yanlışlarına sahip olabilir. Atomlarına ne olacağı ya da olmayacağına ait bilgi yoktur.

Görsel 18. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

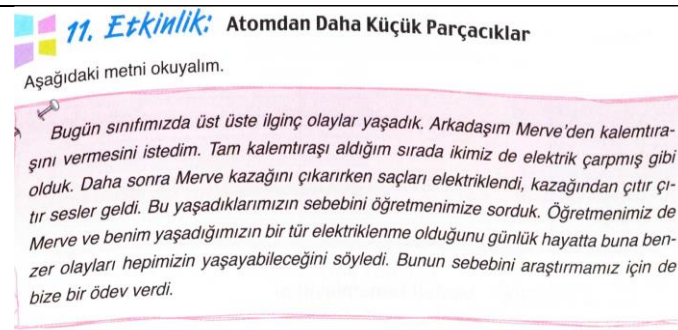
2013 yılında güncellenen altıncı sınıf ders kitabında özellikle atom, molekül kavramlarının ayırt edilmesine ve element, bileşik kavramlarının yapısını oluşturan atomik ya da moleküler yapıları olma kavramlarına daha detaylı yer verilmiştir. Bununla

ilgili etkinlik sayısı daha fazladır. Etkinliklerde de yine benzer şekilde atom-molekül, element ve bileşik kavramlarına ve görsellere daha fazla yer verilmiştir. Öğrencilerden madde ile bu maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin eşleştirilmesi beklenirken bu maddelerin ezildiğinde, kırıldığında atomlara ne olacağına ilişkin içeriğe yer verilmemiştir.

Güncellenen 2013 ders kitaplarında atomun parçalanması veya madde ile atom arasındaki ilişkiye değinen herhangi bir içerik mevcut değildir. “Atom parçalanır/daha küçük atomlara parçalanır, atomlar dümdüz olur” kavram yanlışlarında 2015 TIMSS sınavında artış görülmüştür. Altıncı sınıf düzeyinde atomun tarihçesi, atomun daha küçük parçacıklardan oluştuğuna ilişkin etkinliğe yer verilmemiş ve herhangi bir açıklama da yer almamaktadır. Bununla birlikte altıncı etkinlikte madde değişirse atom ne olur? Sorusu yer almakta fakat bununla ilgili herhangi bir açıklamada yer almamaktadır. 2013 ders kitaplarında özellikle atom-molekül kavramları ve etkinliklerine daha fazla yer verilmiş, atomların element ve molekülleri nasıl oluşturduğu farklı etkinliklerle ele alınmıştır. Böylece öğrencinin atom ve molekül arasındaki farkı daha iyi anlaması ve moleküllerin nasıl oluştuğunu daha iyi kavraması beklenir. Öğrencilerde 2015 TIMSS sınavında bir maddede meydana gelen değişimde maddeyi oluşturan atomların “Farklı atom/moleküllere dönüşür” kavram yanlışlarında anlamlı bir azalma meydana gelmesini açıklayabiliriz. Öğrenciler atomların başka atomlara dönüşmeyeceğini daha iyi öğrenmiş fakat madde ezildiğinde daha küçük atomlara dönüşür/parçalanır kavram yanlışlarında herhangi bir değişim görülmemiştir.

7. sınıf Maddenin Yapısı ve Özellikleri

Kavram Yanılgısına Neden Olabilecek İçerik



Etkinlikte atomdan daha küçük parçacıklar olduğu elektriklenme ile açıklanmaya çalışılmıştır. Elektrik ünitesinden “sürtme ile elektriklenme” kavramından yola çıkılmıştır. Atom kavramını bilmeyen öğrenciden pozitif ve negatif yüklü maddelerin tanımlanması bilinenden bilinmeyene, somuttan soyuta ilkesine aykırıdır.

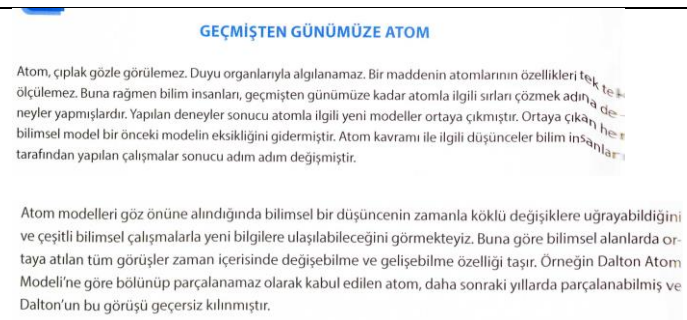
Görsel 19. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2013 yedinci sınıf ders kitabında madde değişirse atomlar ne olur, nasıl değişir? sorusunun yanıtı yoktur. 2013 yılında yenilenen öğretim programlarında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının vizyonu; “Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek” olarak tanımlanmıştır. Araştıran-sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözebilen, kendine güvenen, iş birliğine açık, etkili iletişim kurabilen, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen fen okuryazarı bireyler; fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere; fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahiptir (MEB, 2013). 2019 TIMSS sınavında 2011 ve 2015 yıllarına göre “Bir madde ezilirse atomları parçalanır/daha küçük atomlara parçalanır” kavram yanlışlığı oranı daha fazladır. Bununla birlikte özellikle 2011 yılına göre “Bir madde ezilirse atomları başka atomlara/moleküllere dönüşür” kavram yanlışlığı oranı daha düşüktür.

2019 TIMSS sınavına giren sekizinci sınıf öğrencileri 2013 programıyla başlamış ve 2018 programıyla mezun olmuştur. Altıncı sınıfta 2013 öğretim programını görürken yedinci sınıfa geçtiklerinde 2017 programı doğrudan uygulanmış sekizinci sınıfta güncellenen 2018 programı ile mezun olmuşlardır. Bu ünite yedinci sınıfta ele alındığı için 2017 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içeriği sunulmuştur. 2017-2018 öğretim programında atom kavramı ilk olarak yedinci sınıf düzeyinde ele alınmıştır. Atom kavramı doğrudan atomun yapısı altında atom altı parçacıkları düzeyinde doğrudan verilmiştir.

2018 Öğretim Programına Göre Hazırlanan Ders Kitabı Örneği

Belirlenen kavram yanlışlığına neden olabilecek İçerik



Eksik İçerik: Atomun tarihçesine ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Bilgi kutusu Cebir bin Hayyam metninde “Atom da parçalanabilir” cümlesi verilmiştir. Fakat atomun parçalanmasının ne demek olduğu açık değildir.

Görsel 20. Atom Kavramına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2018 yedinci sınıf ders kitabında atomun yapısı başlığı altında elektron, proton ve nötron kavramlarına yer verilmiş, geçmişten günümüze atom başlığı altında atomun

tarihçesi ele alınmıştır. Bilimsel Teori (Kuram) başlığı ile verilen metinde hipotez ve teori kavramlarına yer verilmiştir. Konunun temelini oluşturan maddenin fiziksel olarak değişiminin atom üzerindeki etkisine yönelik herhangi bir içeriğe yer verilmemiştir.

Kimyasal Değişimlerde Madde ve Enerji Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların Öğretim programları ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Kimyasal değişimler ünite başlığı altında yer alan Kimyasal Değişimlerde madde ve enerji konusunda iki kazanım yer almaktadır. Kazanımlara göre alt konular Kütlelerin Korunumu ve Kimyasal tepkimelerde enerji olarak iki başlık altında ele alınmış ve bulgular ayrı başlıklar halinde sunulmuştur. TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanılgısı olarak madde belirtilmemiş araştırma sonucunda kavram yanılgıları tespit edilmiştir. 2007, 2015 ve 2019 yıllarına ait maddelerin olması hem öğretim programlarını hem de ders kitaplarını değerlendirmede önemli bilgiler sunmaktadır.

Kütlelerin Korunumu Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımların Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. “Sıvı içerisine bir madde atılırsa madde genleşir ve kütlesi artar.; Kimyasal tepkimelerde madde sayısı ve toplam kütle artar.; İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır, olmak üzere üç adet kavram yanılgısı belirlenmiştir. İlgili kavram yanılgıları kimyasal tepkimeler ve kimyasal tepkimelerde kütlelerin korunumu kanununa ilişkin kazanımlarda yer almaktadır. Bu anlamda öğretim programlarında kimyasal değişim ve kütlelerin korunumu kanununun yer aldığı konu ve üniteler Tablo 39’ da verilmiştir.

Tablo 39

Kimyasal Değişimler-Kütlelerin Korunumu Ünitesi Kanununda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar

Sınıf	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
TIMSS Hedef-Kazanım	Kimyasal Değişimler	3.2.A. Kimyasal değişim sırasında kütlelerin korunduğunu ve reaksiyonun başlangıcında bulunan tüm atomların reaksiyon sonunda mevcut olduğunu, fakat yeni maddeler oluşturmak için yeniden düzenlendiğini kabul eder	Bilme

(Devam ediyor)

Tablo 39 (Devam)

Kimyasal Değişimler-Kütlenin Korunumu Ünitesi Kanununda Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Kazanımlar

Sınıf	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
2000	8	1. Ünite: Maddedeki Değişim Ve Enerji	1. Kimyasal tepkimeyi açıklayarak örnekler verir.
			2. Basit kimyasal değişimleri semboller kullanarak basit birkaç örnek denklemle gösterir.
			3. Bu denklemleri maddenin kütlenin korunumu yasasını tartışarak sayma yöntemleriyle eşitler.
2005-2008	8	3. Ünite: Maddenin Yapısı Ve Özellikleri 3. Kimyasal Tepkimeler	3.3. Kimyasal bir tepkimenin gerçekleştiğini gösteren deneyle gösterir.
			3.4. Kimyasal değişimi atomlar arası bağların kopması ve yeni bağların oluşması temelinde açıklar.
			3.5. Kimyasal değişimlerde atomların yok olmadığını ve yeni atomların oluşmadığını, kütlenin korunduğunu belirtir.
			3.6. Basit kimyasal tepkime denklemlerini sayma yöntemi ile denkleştirir.
2013	8	3. Ünite: Maddenin Yapısı Ve Özellikleri 8.3.5. Kimyasal Tepkimeler	8.3.5.1. Kimyasal tepkimeleri, bağ oluşumu ve bağ kırılımı temelinde açıklar.
			8.3.5.2. Kimyasal tepkime türlerini kavrar. a. Kimyasal tepkime türlerinden sadece yanma ve asit-baz tepkimelerine değinilir. b. Kimyasal tepkimelerin denkleştirilmesine girilmez.
			8.3.5.3. Kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğu sonucunu çıkarır
2018	8	4. Ünite: Madde Ve Endüstri Kimyasal Tepkimelerin Oluşumu, Kütlenin Korunumu	F.8.4.3.1. Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu bilir.
			Kimyasal tepkime denklemlerine formüller kullanılarak girilmez.

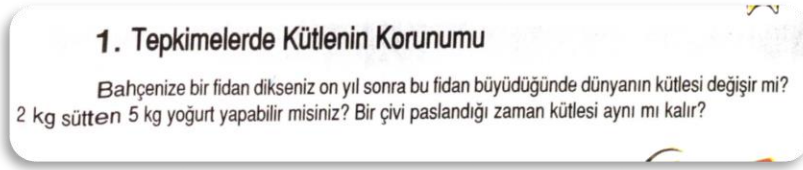
Tablo 39'a göre "Kütlenin korunumu" kanunu TIMSS de Kimyasal Değişimler ünitesinde 1 kazanım olarak verilmiştir. Kazanım binişik olarak Bilme basamağı düzeyindedir. Bu kazanımda öğrencilerin kütlenin korunduğunu, girenler ve ürünlerdeki atomların değişmediğini ancak yeni maddeler oluşturmak üzere atomların yeniden düzenlendiğini öğrenmesi beklenir.

Kütlenin korunumuna ilişkin maddelerin doğru cevaplanması için öğrencilerin kimyasal tepkimeleri, bileşik formüllerini ve bileşiklerin nasıl oluştuğunu bilmesi gerekir. 2000 öğretim programında sekizinci sınıf düzeyinde "Maddedeki Değişim ve Enerji" ünitesinde bilme ve uygulama düzeyinde 3 kazanıma yer verilmiştir. Bu kazanımlar ile

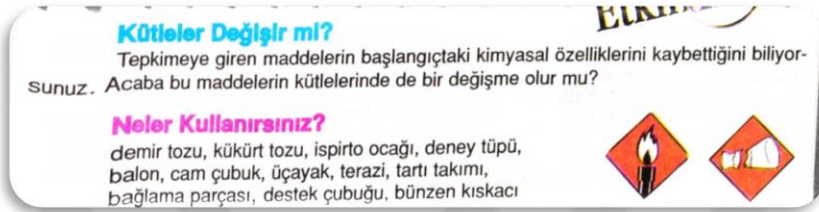
öğrencinin kimyasal tepkimeyi açıklayarak örnekler vermesi, basit kimyasal denklemleri göstermesi ve bu denklemlerde girenler ve ürünlerdeki atomları sayarak denkleştirilmesi beklenir. Öğrenci iyonik ve kovalent bağ kavramlarını öğrendikten sonra kimyasal tepkimeleri, özelliklerini ve basit denkleştirmeyi öğrenerek kütle korunumu yasasını öğrenecektir. Taksonomik olarak basitten karmaşığa doğru bir sıralama mevcuttur. “Bu denklemleri maddenin kütle korunumu yasasını tartışarak sayma yöntemleriyle eşitler.” kazanımında denklem denkleştirme yoluyla kütle korunumuna yer verilmiştir.

2007 TIMSS sınavında S042106 maddesi uygulama düzeyinde olup bu maddeyi cevaplayabilmek için öğrencilerin kimyasal tepkimeye giren maddelerde kütle korunur, bilgisine sahip olması yeterlidir. 2000 öğretim programlarında kütle korunumu basit kimyasal tepkimelerde denklem denkleştirilmesi olarak uygulama düzeyinde yer almıştır. Bu anlamda ilgili kazanımlar bu maddeyi cevaplandırmak için daha üst düzeydedir. Fakat öğrencilerin %33’ ü iki madde karıştırıldığında maddelerden biri görünmezse toplam kütle azalır; %25’ i madde sıvı içine atıldığında genişler ve toplam kütle artar yanıtını vermiştir. Bu anlamda kazanımlar maddeye göre daha üst düzeyde bilgi ve beceriyi içerirken öğrenciler temel anlamda kütle korunumunu açıklamada başarısız olmuşlardır. “Kazanımları incelediğimizde aslında kütle korunumunu özellikle bu maddeyi kolaylıkla cevaplamaları beklenir. Fakat öğrenciler maddeler karıştırıldığında görünmüyorsa yok olmuştur bilgisine sahip ve bu oran yüksektir” (Ö2). Öğretmen görüşüne göre kazanımlar var fakat öğrenciler temel ve basit olarak görülen bilgiden eksik olarak yetişmektedir. 2000 Öğretim Programına göre hazırlanan ders kitabı içeriği Görsel 21’de verilmiştir.

2000 Öğretim Programına göre hazırlanan 8. Sınıf ders kitabı (MEB, 2007., ss.21)	Belirlenen Kavram Yanılıgına Neden Olabilecek İçerik



Kütlenin korunumu başlığında yöneltlen soru bilimsel olarak hatalı ve konu ile ilgisizdir.



Kütleler Değişir mi? Etkinliğinde doğrudan tepkimeye giren maddelerin kimyasal özelliğini kaybeder mi? Sorusu iletilmiştir. Kimyasal özelliklerinin neden ve nasıl değiştiğine ilişkin bir açıklamaya yer verilmemiştir. Deney yaparak kütlenin korunumuna ulaşmak istenmiştir. Deney malzemelerinde demir, kükürt, hassas terazi, gibi deney malzemeleri gerekmektedir. Birçok okulda malzemelerin bulunmayışı veya öğretmenin deney yapmaya yatkın olmaması uygulamayı etkilemiş olabilir.

Görsel 21. Kütlenin Korunumuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2000 öğretim programına göre hazırlanan 8. sınıf ders kitabında kütlenin korunumu doğrudan Kimyasal tepkimelerde Kütlenin korunumu başlığında yer almıştır. Kütlenin korunumunda atom sayılarının aynı kaldığı ve kütlenin değişmediğine vurgu yapılırken görsel olarak herhangi bir şekil, şema yer almamıştır. Bununla birlikte farklı maddelerin karıştırılması sonucu oluşan yeni maddeler girenler ve ürünlere ilişkin görsel ya da herhangi bir soruya yer verilmemiştir. Metin içinde denklem denkleştirilmesi anlatılmıştır. Bu durumda öğrencilerde kütlenin korunumu soyut olarak kalmakta sadece girenlerin ve ürünlerdeki atomların sayısını eşitleme olarak anlaşılmaktadır.

2007 TIMSS sınavında öğrencilerde, S042106 maddesinde %33 oranında iki madde karıştırıldığında madde görünmüyorsa yok olmuştur, kütle azalır; %25 oranında madde genişir ve kütle artar, kavram yanılıgısı belirlenmiştir. Kazanımlarda kütlenin korunumu daha çok denklem denkleştirme olarak ele alınmış ve ders kitaplarında somut düzeyde kimyasal tepkimelerde kütlenin korunumuna yer verilmemiştir. Bununla birlikte maddenin genişmesi kütlenin artmasına neden olur kavram yanılıgısı da meydana

çıkıştır. Fizik alanında tespit edilen madde ısıtıldığında atomları büyür ve kütlesi de artar kavram yanlışlığı da kütlenin korunumunda yeni kavram yanlışlıklarına neden olabilir. Bir madde ısıtıldığında tanecik kütlesi artar kavram yanlışlığı 2007 TIMSS sınavında %27; tanecikleri büyür %41,8 olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlıkları birbiriyle de ilişkilidir.

2005 öğretim programında ünite başlığı “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” olarak değiştirilmiş Kimyasal tepkimeler konu başlığında kazanımlara yer verilmiştir. 2000 yılında 8.sınıf düzeyinde yer alan “*Atomların elektronlarını birbirleriyle paylaşarak (Kovalent) veya elektronlarını birbirine aktararak (iyonik) oluşturduğu basit bileşiklere örnekler vererek bu bağların yapısını ana hatlarıyla açıklar.*” kazanımı 2005 yılı itibarıyla 7. sınıf düzeyine alınmıştır. 2005-2008 yıllarında kazanımlara “*Yükü bilinen iyonların oluşturduğu bileşiklerin formüllerini yazar; Çok atomlu yaygın iyonların oluşturduğu bileşiklerin Mg (NO₃)₂ Na₃PO₄ gibi- formüllerinde element atomlarının sayısını hesaplar.*” kazanımları eklenmiştir. 7. sınıfta iyonik ve kovalent bağlar kazanımı ve bu kazanım temelinde 8.sınıfta da metal ve ametallerin bileşik oluşturması konusuna yer verilmiştir. Kütlenin korunumuna ilişkin “**Kimyasal değişimlerde atomların yok olmadığını ve yeni atomların oluşmadığını, kütlenin korunduğunu belirtir**”. Bu kazanımdan sonra “**Basit kimyasal tepkime denklemlerini sayma yöntemi ile denkleştirir.**” Kazanımı yer almıştır.

2000 yılında bu iki kazanım tek bir kazanımda yer alırken 2005 yılında iki kazanım olarak ele alınmıştır.

Kimyasal tepkime sırasında kimyasal tepkimeye katılan maddelerin miktarı ile yeni oluşan maddelerin miktarının eşit olup olmadığı sorusunu cevaplayabilmek için aşağıda verilen durumu zihninizde canlandırınız.

Bir parça kâğıdı I. şekildeki gibi hava sızdırmayacak cam fanusun içine yerleştirip tırtığımızı ve fanusun içindeki kâğıdı dışardan bir etkiyle yaktığımızı düşünelim (Şekil II). Kâğıt yanıp kül olduktan sonra (Şekil III) bu düzeneği tartmış olsak, ilk tartım ve son tartım sonuçları hakkında ne söyleyebiliriz? Sizce bu iki tartım sonucunda kütleler farklı mıdır?



Kimyasal tepkimelerde maddelerin toplam kütlesi artmaz ya da azalmaz. Kimyasal tepkime gerçekleştiğinde maddeleri oluşturan atomlar yer değiştirir ve madde bir başka maddeye veya maddelere dönüşür. Bu durumu atomlar arası bağların kopması, yeni bağların oluşması ile açıklayabilir miyiz? Kimyasal tepkime gerçekleştiğinde taneciklerin düzeninin nasıl değiştiğini fark etmek için bir etkinlik yapalım.

Kimyasal tepkimelerde maddelerin toplam kütlesi azalmaz ya da artmaz. Yalnızca maddeleri oluşturan atomlar yer değiştirir ve atomlar farklı bir düzene girerek madde bir başka maddeye veya maddelere dönüşür.

Kimyasal tepkimelerde atomlar yok olmadığı ve yeni atomlar oluşmadığı için tepkimeden sonra yeni madde oluştuğunda kütlede herhangi bir değişiklik olmaz. Başka bir ifade ile kimyasal tepkimelerde, tepkimeye giren madde miktarı ve tepkime sonucu oluşan madde miktarı birbirine eşittir. Dolayısı ile kütle korunur.

Eksik İçerik: Kütlenin korunumuna ilişkin ayrı bir konu başlığı yoktur. Kimyasal tepkimeler ile beraber ele alınmıştır. Bardak deneyi ile zihinde canlandırmaları istenmiştir. Bardağın ağzı kapalı olduğu için öğrenci bu deneyde kolaylıkla değişmez yanıtını verebilir. Bu deney ağzı açık kaplarda da verilerek kütlenin korunumu tartışılmalıdır. Aksi takdirde ağzı açık kap kullanılmışsa kimyasal tepkimelerde kütlenin azalacağı yanılgısı oluşabilir.

Açıklamada kimyasal tepkimelerde kütlenin korunumu bilgi düzeyinde açıklanmış fakat açıklamada bilgi karmaşası hakimdir.

Görsel 22. Kütlenin Korunumu Kanunu Ders Kitabı İçerik Örneği

2005 öğretim programına göre hazırlanan 8. sınıf ders kitabında görsel içerik önceki ders kitabına göre daha fazla, fakat oluşabilecek kavram yanılgıları dikkate alınmamıştır. Kimyasal tepkimelerde kütlenin korunumunda denklem denkleştirme konusuna daha çok yer verilmiş, uygulama düzeyinde TIMSS bazında sorulan maddeleri açıklayacak herhangi bir görsel, açıklama ya da soruya yer verilmemiştir. Özellikle bardak ile yapılan deneye ek olarak ağzı açık kap kullanılarak farklı bir kimyasal tepkime verilebilir. Böylece gaz çıkışı olmayan deneylerde de ağzı açık kaplarda kütlenin korunduğu vurgulanabilir. Ancak gaz çıkışı olan deneyler için de görsel içerik düzenlendiğinde oluşabilecek kavram yanılgısı engellenebilir.

Genellikle öğrenciler ağzı açık kaplarda kütlenin korunmadığını söylemektedir. Onlara göre gaz haline dönüşen madde buharlaşır ve kaptan uzaklaşınca kütle azalır. Yani kütlenin korunumu sadece bulunduğu kaplara göre ifade ederler. Buharlaşan maddenin de var olduğunu ve toplam kütlede hesap edildiğini özellikle söylemeliyiz. Çünkü ısrarla öğrenci eğer kapta uzaklaşırsa kütle korunmaz bilgisini kafasında oluşturmaktadır “ (Ö4); “Genellikle alan yazında bu konuya yönelik çalışma az, TIMSS sorularında net olarak ne kadar temel bilgi eksikliği olduğu açık olarak görülmekte. Kütlenin korunumu atom- tanecik boyutunda anlatılmalı ve farklı örnekler sunulmalıdır. Özellikle kütlenin

korunumu deney kapları üzerinden verilmelidir. Buharlaşılan maddelerin olduğu deneylerin kesinlikle üzerinde durulmalıdır (Ö6).

2011 TIMSS sınavında öğrencilerde 2007 ile aynı oranda kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. 2011 ve 2015 TIMSS sınavına katılan öğrenciler aynı ders kitabını kullanmıştır. S042104 maddesinde öğrencilerin %30'u, maddeler karıştırıldığında kütlelerinin değişmeyeceğini işaretlemiş fakat bunu kütleinin korunumu olarak açıklayamamıştır. Aynı zamanda öğrenci iki maddenin karıştırılması sonrası boş olan kaptaki maddenin yok olduğunu düşünmektedir. Öğrencilerin %20'si ise kimyasal tepkimeye giren maddelerin ağırlaşacağını ve kütleinin artacağını düşünmektedir.

2013 programında 2005-2008 programında yer alan “3.1. Yüku bilinen iyonların oluşturduğu bileşiklerin formüllerini yazar. 3.2. Çok atomlu yaygın iyonların oluşturduğu bileşiklerin $Mg(NO_3)_2$ Na_3PO_4 gibi- formüllerinde element atomlarının sayısını hesaplar. ” kazanımları kaldırılmıştır. Kazanım ve içerikte kısıtlamaya gidilerek “a. Kimyasal tepkime türlerinden sadece yanma ve asit-baz tepkimelerine değinilir. b. Kimyasal tepkimelerin denkleştirilmesine girilmez.” Açıklamaları eklenmiştir. 2018 programında kazanımlarda ve içerikte kısıtlamaya gidilerek ünitenin adı “Madde ve Endüstri” olarak değıştırilmiş ve kazanım sayısı bire düşürülmüştür. “Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu bilir. Kimyasal tepkime denklemlerine formüller kullanılarak girilmez.” Kazanımı yer almıştır. Bu kazanıma göre önceki programlarda yer alan iyonik-kovalent bağ, bileşikler ve formülleri, kimyasal tepkimeler ve çeşitlerine ilişkin kazanımların hiçbirini yer almamaktadır.

TIMSS kütleinin korunumu kanunu maddelerini yanıtlayabilmek için öğrencilerin, basitten karmaşığa, somuttan soyuta, bilimsellik ilkesine göre, mantiki sıralama ile ilk olarak atom ve özellikleri, atomlardan bileşik oluşmasını (iyonik bağ-kovalent bağ), kimyasal tepkimeler- denklem denkleştirme kavramlarına ait kazanımları (bilgi, kavrama ve uygulama düzeyinde) bilmesi gerekir. 2018 programı birçok kazanım programı sadeleştirme amacıyla çıkarılmıştır. Öğrenciler yedinci sınıfta sadece atom kavramını öğrenerek bir üst sınıfa geçiyor. 8. sınıfta doğrudan periyodik sisteme yer verilmiştir. Kimyasal tepkimeler konusunda ise “Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu bilir” kazanımı vardır. Bu kazanımda bileşiklerin nasıl oluştuğu, hangi bağların oluştuğu vs hiçbir bilimsel bilgiye yer verilmemektedir. Bu durumda öğrencilerin geçmişte başarısız olduğu kütleinin korunumuna ilişkin kazanımlara 2018 programında neredeyse yer verilmemiştir.

2007 TIMSS sınavında belirlenen kavram yanlışları sonraki yıllarda da devam etmiştir. Kütle kavramına yönelik kavram yanlışları da benzer şekilde devam eden kavram yanlışlarıdır. 2005 Öğretim programının vizyonunda, bireysel farklılıkları ne olursa olsun tüm öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi olarak belirlenmiştir. Fen ve teknoloji öğretim programının amaçlarından biri de öğrencilerin, dünyayı, hayatı ve insanı öğrenme ve anlamalarını ve aynı zamanda açıklamalarını sağlamak, bunun için onlara, temel fen kavram ve düşünceleriyle ilgili bilgi ve anlayış kazandırmaktır (MEB, 2005). 2005 fen ve teknoloji öğretim programında içerik düzenlenirken sarmal programlama yaklaşımı temele alınmıştır. Sarmal programlama, içeriğin düzenlenirken daha önce öğrenilmiş olan bazı konuların zaman zaman tekrar edildiği ve bu tekrarların konuyu hatırlatmaktan çok kapsamını genişlettiği bir yaklaşımdır (Demirel, 2008). Sönmez (2001) tarafından sarmal programlamada her konu ve ünite basitten karmaşığa, kolaydan zora, somuttan soyuta, yakın zaman ve çevreden uzağa, birbirinin ön koşulu olacak şekilde her sınıfta gittikçe açılarak ve derinleşerek ele alınır. Bu programlar daha esnek olmakla birlikte öğrenilecek konular ve öğrenme süreci kontrollüdür. Esasında bu içerik düzenleme yaklaşımı her konunun farklı sınıf ve yaş seviyesinde öğrenilebilmesi esasına dayanır. Böylece yeterli miktarda geriye gönderme sağlanarak öğrenilenlerin pekiştirilmesi için alt yapı oluşturulmuştur (MEB, 2005). Saban, Aydoğdu ve Elmas (2014) 2005 öğretim programı yapılandırıcı yaklaşımı temel almakta ve kazanımların etkinlik boyutuna, bilimsel süreç becerilerine daha fazla vurgu yapmaktadır. Yurdakul (2005), yapılandırmacı eğitim programlarında tasarımı ve gerçekleşen süreç özelliklerinin, içerik olarak kabul edildiğini, öğrenenin öğrenme sürecine getirdiği özelliklerin derinlemesine incelenmesi gerektiğini belirtmektedir.

Bununla birlikte 2011 ve 2015 TIMSS sınavında etkili olan 2005 öğretim programında birbirini destekleyen ve temel bilgi eksikliğinden kaynaklanan kavram yanlışlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Kütle kavramına ilişkin kazanımlara, maddenin tanecikli yapısı boyutunda yer verilmemiş ve kütle kavramı ile ilgili ünitelerde, içerik düzenlenirken somuttan soyuta, basitten karmaşığa, kolaydan zora ve birbirinin ön koşulu olacak şekilde yer verilmemiştir.

Kütlenin korunumu kanunu maddelerinde, öğrencilerde kimyasal tepkimeler sırasında kütlenin korunmadığı, kaplar birleştirildiğinde kütlenin azalacağı yanlışları ortaya çıkmış ve 2007 TIMSS sınavı ile 2015 TIMSS sınav sonuçları benzerlik göstermiştir. 2005 öğretim programında fen bilimlerinin en temel kavramı olan ve fizik, kimya, biyoloji ve yer bilimleri alanlarında ortak olarak kullanılan kütle kavramı dört ve

beşinci sınıflarda tanım olarak yer alırken, ilerleyen sınıflarda kütle kavramına ilgili konularda yer verilmemiştir.

2013 Öğretim programında 8. sınıf Kimyasal Tepkimeler ünitesinde “Kimyasal tepkimelerde kütle korunur” akıllı yürütme basamağı düzeyinde bir kazanıma yer verilmiştir. Öğrencilerin kütle korunumu kanununa yönelik çıkarımda bulunabilmesi için önce kimyasal tepkimelerde atom-molekül sayısını eşleştirmeleri, ağız açık ve kapalı kaplarda deney yapabilmeleri ve deney sonuçlarını uygulama düzeyinde öğrenmeleri gerekir. 2013 Öğretim programında “Kimyasal tepkimelerin denkleştirilmesine girilmez” açıklaması ile öğrencilerin kütle korunumu kanununun akıllı yürütme basamağı düzeyinde öğrenilmesini engellemektedir.

Kütle korunumu kanununu öğrencilerin anlamlandırabilmesi için somutlaştırmak önemlidir. Özellikle denklem denkleştirme öğrencilerin kütle korunumunu daha mantıklı ve bilimsel olarak öğrenmesinde etkili oluyor. Öğretim programları her ne kadar göstermeyin olarak açıklama verse de, birçok derste sayılarla ifade etmeden anlaşılmıyor (Ö2, Ö7).

TIMSS kazanımında, Kimyasal değişim sırasında kütle korunur ve tepkimenin başında ve sonunda bulunan tüm atomların tepkime sonunda da olduğu bilgisi vurgulanmıştır. 2005 Öğretim programı TIMSS kazanımlarını karşılarken, 2013 Öğretim programı TIMSS kazanımlarına göre eksik kalmıştır. 2018 Öğretim programında ise kütle korunumu kanununa yer verilmemiştir.

TIMSS maddelerinde kütle korunumu kanunu “Kütle” kavramı temelinde sorulmuştur. Atom sayısı, molekül sayısı gibi daha karmaşık bilgi sorulmamıştır. 2018 Öğretim programında fen bilimleri dersi, öğrenci merkezli etkinliklerle (proje uygulamaları, sorgulama ve araştırma deneyleri, argümantasyon vb.) öğrencilerde anlamlı ve kalıcı bilgi oluşturmak için sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisine göre tasarlanmıştır (MEB, 2018). 2018 Öğretim programında kimyasal tepkimeler oldukça basit bir kazanımla verilmiş ve öğretmenlere “Kimyasal tepkime denklemlerine formüller kullanılarak girilmez” açıklaması verilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin deney düzenekleri kurma, yorumlama, sorgulama, hipotez kurma, değişkenleri kaydetme, ürün tasarlama gibi becerileri geliştirmeleri verilen kazanımla mümkün değildir.

Kütle korunumu kanunu maddelerinde en başarılı ülke Japonya’ dır. Alp (2015) araştırmasında Türkiye ile Japonya Fen programlarını karşılaştırmıştır. Öğretim programlarının amaçları Türkiye Fen Öğretim programında, Fen ve Teknolojinin Doğası, Öğrencilerin öğrenmeyi öğrenmelerini sağlamak, Fen ile ilgili sosyal, ekonomik ve etik

değerler ile çevre ve sağlık sorunlarının farkında olmak yönüyle Japonya Fen Öğretim programına göre daha üst düzeyde yazılmıştır. Türkiye, Hong Kong, Japonya, Güney Kore Fen Öğretim programlarının amaçları karşılaştırıldığında, Türkiye’ de olup diğer ülkelerde olmayan amaçlar şu şekildedir (Alp, 2015):

Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri ve Doğal afetler hakkında temel bilgiler kazandırmak; Bilim insanlarının bilimsel bilgiyi oluşturma ve kullanma süreçlerini anlamalarını sağlamak; Sürdürülebilir kalkınma bilinci geliştirmek; Bilimsel araştırmada güvenliğin önemini vurgulamak; Bilim ve kültür arasındaki bağı keşfetmek; Sosyo-bilimsel konularla bilimsel düşünme alışkanlıklarını geliştirmek.

Japonya Fen Öğretim programında kimyasal tepkimeler ve kütlenin korunumu kavramları ayrıca ele alınmış, kütlenin korunumu kavramı “Madde Kütlesi” olarak ifade edilmiştir (Erdoğan, 2019). TIMSS sınavında bu konuda başarılı ülkeler arasında yer alan Finlandiya da, Kimya alanında “Kimyasal bağlar ve maddenin yapısı” konularına ayrıca yer vermiş ve bu konuyla ilgili kavramların ve bu kavramların modellemesinin yapılarak öğrenciler tarafından öğrenilmesini vurgulamıştır. Bu anlamda başarılı ülkelerin öğretim programlarında kavramlar arası ilişki kurulmakta ve konulara önem verilmektedir.

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusuna İlişkin Kazanımların Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Kimyasal tepkimelerde enerji konusunda kavram yanılgıları “Yumurtanın pişmesi sırasında enerji açığa çıkar.; Paslanma/yanma ve çürüme enerji gerektiren tepkimelerdir; Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, buhar çıkışı, koku oluşumu, terleme, herhangi bir değişim enerji açığa çıkışının göstergesidir.” olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda doğrudan kimyasal tepkimelerde enerji kavramını ortaya koyan kazanımlar Tablo 40’ da verilmiştir.

Tablo 40

Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusu Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

Yıl	Sınıf	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
2000	8	1.Ünite: Maddedeki Değişim ve Enerji	5. Kimyasal tepkimelerin enerji ile ilişkisine örnekler verir.	Uygulama
2005	8	3.Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri	3.7. Yanma tepkimelerini tanımlayarak basit yanma tepkimelerini formüllerle gösterir.	Uygulama
2013	8	3. Ünite: Maddenin Yapısı ve Özellikleri	8.3.5.2. Kimyasal tepkime türlerini kavrar. a. Kimyasal tepkime türlerinden sadece yanma ve asit-baz tepkimelerine değinilir.	Bilme
2018	8	4. Ünite: Madde ve Endüstri	F.8.4.3.1. Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu bilir.	Bilme

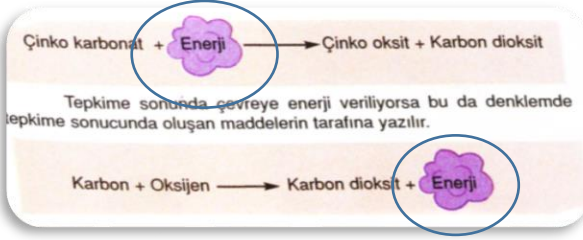
2000 Öğretim programında 8. sınıf “Maddedeki Değişim ve Enerji” ünitesinde toplam sekiz kazanım bulunmakta ve kimyasal tepkimelerde enerji konusuna ilişkin doğrudan bir kazanıma yer verilmiştir. Bu ünite öğrencilerin maddenin değişimi ve önemini, asit, baz ve tuzların yapısını ve özelliklerini gözlemlerle, uygulamalarla, deneylerle kavramaları amaçlanmıştır (MEB, 2000). Bu kazanımlar ile öğrencilerden iyonik ve kovalent bağlı bileşikler öğrenmesi, kimyasal tepkimeleri açıklaması ve kütle korunumu kanununa göre basit kimyasal denklemleri denkleştirmesi ve bu kazanımlardan sonra kimyasal tepkimelerin enerji ile ilişkisine örnekler vermesi beklenmektedir. 2000 Öğretim programı öğretme ve öğrenme etkinliklerinde öğretmenlere ilişkin verilen “Öğretmen öğrencilere “bir miktar suya tuz atıp karıştırılır. Bu karışımda tuzu daha çabuk eritmek için neden ısıtılır?” Kağıt ve odun gibi maddelere yanarken dışarıya neden ısı verirler? Sorularını yönelterek egzotermik ve endotermik tepkimeler açıklanır.” (MEB, 2000., sf:75) örneğinde kimyasal tepkimeler konu başlığında verilen örnekler konu ile çelişmektedir. Açıklamada birçok bilimsel hata bulunmaktadır. “*Bu karışımda tuzu daha çabuk eritmek için neden ısıtılır?*” ifadesinde tuz su içinde erimez. Bu ifadenin doğrusu “Bu karışımda tuzun daha çabuk çözünmesi için neden ısıtılır? biçiminde olacaktır. Aynı zamanda tuzun daha çabuk çözünmesi için dışarıdan ısı verilmektedir. Oysaki kimyasal tepkimelerde enerji konusunda tepkimenin kendinden kaynaklı ısı alıp vermesi söz konusudur. Bu doğrultuda odunun yanması, kömürün yanması, yumurtanın pişmesi gibi tepkimenin başlaması için gerekli olan enerji, öğrencilerde kavram yanılgısına yol açmaktadır. 2007 TIMSS sınavında öğrencilerin %41,8’ i paslanma, yanma ve çürüme tepkimeleri için enerji gerektiren tepkimeler olarak cevaplamışlardır. Aynı zamanda öğrencilerin %71,9’ u koku çıkışı, renk değişimi, terleme gibi olayları kimyasal tepkimelerde enerji çıkışı olarak ifade etmişlerdir.

2000 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içerik örneği Görsel 23’ de verilmiştir.

Yani atomlar birbirine bağlanırken de çevreye enerji verilir. Yumurta pişerken tavanın içindeki tepkime ısı verildikçe sürer. Bu ısmı elde etmek için de çevreye ısı veren başka bir tepkime gereklidir. Bunu da ocakta kullandığınız gazı yakarak elde edersiniz.

İfade birliğinin olmaması

Enerji alan-veren tepkimelerin açıklaması atomların kopması ve yeniden oluşumuyla açıklanmıştır. Aynı tanım yapılmış fakat kavramların farkları üzerinde durulmamıştır. “Yumurtanın pişmesi tavanın içindeki tepkime ısı verildikçe sürer” cümlesi anlaşılması zor ve belirsizdir. Yumurtanın pişmesinin hangi tepkime türü olduğu belirsizdir.



Eksik içerik: Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması

Verilen kimyasal tepkimede enerji doğrudan yazılmıştır. Enerji kavramı geniş bir kavram olduğu için özellikle ısı kavramı yazılmalıdır. Aynı zamanda Çinko karbonat öğrenciler için soyut ve günlük hayattan uzaktır.

Görsel 23. Enerji Kavramlarına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2000 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında endotermik ve ekzotermik tepkimelere doğrudan yer verilmiştir. Enerji alan ya da enerji veren tepkimelerin tanımı açık ve net olmamakla beraber “enerji” kavramının içerdiği diğer kavramlar (ısı, ışık, parlama vb) açık değildir. S032679 maddesinde öğrenciler kimyasal tepkimelerde neler gözlenirse enerji açığa çıkar sorusunda enerji kavramının neleri içerdiğini bilmemektedir. Ders kitabında “enerji” doğrudan yazılmış fakat enerjinin neleri içerdiğine yer verilmemiştir. Kimyasal tepkime örnekleri günlük hayattan uzak (Çinko, karbonat) ve yetersizdir. Yanma, pişme, paslanma, çürüme, kaynama vs gibi tepkime örneklerine yer verilmemiştir. Ders kitabında özellikle bitkilerin fotosentez yapması sırasında enerji alındığı ve bu enerjiyi güneş enerjisinden karşıladığı, endotermik tepkime olduğu ayrıntılı olarak açıklanmıştır. S042112 maddesinde dış ortamdan alınan enerji alınan tepkime türü sorulmuş ve 2007 TIMSS başarı oranının (%59) diğer maddelere oranla yüksek olduğu IDB Anakayzer ile tespit edilmiştir.

2005 Öğretim programı 8. sınıf “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde Periyodik Sistem, Kimyasal Bağlar, Kimyasal Tepkimeler, Asitler- Bazlar ve Su Arıtımı konu başlıkları altında 31 kazanım yer almakta ve kimyasal tepkimelerde enerji konusuna ilişkin doğrudan kazanım yer almamaktadır. Öğretim programında açıklamalar bölümünde “Kimyasal bir tepkime olduğunu belirten ısı çıkışı, gaz çıkışı, renk değişimi ve çökelek oluşumu için örnek tepkimeler verilecektir” açıklamasına yer verilmiştir. Fakat kimyasal tepkimelerde enerji konusuna ilişkin herhangi bir açıklamaya yer

verilmemiştir. Bu ünite de öğrencilerin elementleri sınıflandırarak periyodik tabloyu incelemeleri, anyon-kasyon oluşma sürecini tanımlamaları, kimyasal tepkime ve kimyasal bağları ilişkilendirerek tepkimeleri denklemlerle göstermeleri beklenmektedir (MEB, 2005). Bu anlamda ünite de kimyasal tepkimelerde enerji konusuna ilişkin herhangi bir davranış geliştirme amaçlanmamıştır.

2011 TIMSS sınavına katılan öğrenciler 2005 Öğretim programı ile yetişmiştir. IDB Analyzer programına göre 2007 ve 2011 TIMSS sınavlarında ilgili kavram yanlışlarının oranı benzerdir. 2011 TIMSS sınavında öğrencilerin %18,3' ü yumurtanın pişmesi sırasında enerji açığa çıkar; %43,8'i "Paslanma/yanma ve çürüme enerji gerektiren tepkimelerdir"; %68,5' i "Kimyasal tepkimelerde renk değişimi, buhar çıkışı, koku oluşumu, terleme, herhangi bir değişim enerji açığa çıkışının göstergesidir." Kavram yanlışısına sahiptir. Diğer TIMSS sınavlarıyla birlikte değerlendirildiğinde 2005 Öğretim programının değişmesi Kimyasal tepkimelerde enerji kavramına ilişkin kavram yanlışısını giderecek düzeyde değildir. 2005 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı içerik örneği Görsel 24' de verilmiştir.

2005 öğretim programına göre hazırlanan 8.sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitabı (MEB, 2009. ss. 107-108)	Belirlenen Kavram Yanlışısına Neden Olabilecek İçerik
Yemeklerimizin pişirilmesi, yediğimiz besinlerin vücudumuzda sindirilmesi, arabaların çalışması, roketlerin uzaya fırlatılması ve daha bir çok olay yanma tepkimeleri sayesinde gerçekleşir. Hayatımızın başka hangi alanlarında yanma tepkimesi olmaktadır. Örneğin, mutfak tüpünde bulunan metan (CH_4) gazı havadaki oksijenle tepkimeye girerek karbon dioksit (CO_2) ve suyu (H_2O) oluşturur ve bu sırada çevreye ısı yayılır. Bu ısı evlerin ısıtılması ve yemeklerin pişirilmesi amacıyla mutfaklarda kullanılır. Şekilde metan gazının oksijen ile yanma tepkimesi modellenmiştir. Bu gösterimden yararlanarak tepkime denklemleri ile modeli nasıl ilişkilendiririz? Bütün yanma tepkimeleri odunun, kâğıdın, kömürün vb. yanması gibi değildir. Bazı yanma tepkimeleri çok uzun yıllar sürebilir. Örneğin, demir parmaklıkların, arabanın kaportasının paslanması bir yanma tepkimesidir. Çünkü bu metaller de havada bulunan oksijenle tepkimeye girerek yanarlar. Aynı zamanda besinlerden enerji elde edilmesi de yanma tepkimesine örnek olarak verilebilir. Biz de bu tür yanma tepkimelerine örnekler verelim. Bunları biliyor muydunuz ? Uzay mekiği, aynı kaplarda tutulan sıvı hidrojen ve sıvı oksijen içeren büyük bir yakıt tankı üzerine yerleştirilir. Bu iki gaz belirli oranlarda tepkimeye girdiğinde enerji açığa çıkar ve bu enerji mekiği harekete geçirir. Hidrojen, oksijen ile yanar ve su oluşur. Fakat yanma tepkimesi sırasında açığa çıkan ısı nedeniyle su anında buharlaştığı için resimdeki gibi görünür. 	Eksik İçerik Kimyasal tepkimeler konusunda yanma tepkimelerine yer verilmiştir. Metinde "çevreye ısı yayılır" açıklama içinde yer almıştır. Bunları Biliyor musunuz? Bölümünde hidrojenin oksijen ile yanması sırasında enerji olarak ısı açığa çıktığı verilmiştir. Enerji alan tepkimelere ilişkin herhangi bir örnek ya da açıklamaya yer verilmemiştir.

Görsel 24. Enerji Kavramlarına İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2011 TIMSS sınavında S042x maddesinde öğrencilerin %44'ü yanma, paslanma ve çürüme için dışardan enerji alınır yanıtını verirken, %55 bitkilerin fotosentez yapmasında dışardan enerji alınır yanıtını vermiştir. Ders kitaplarında fotosentez sırasında dışardan enerji alınır vurgusuna yer verilirken, enerji gerektiren tepkimeler nelerdir, enerji kavramı nedir? gibi soruların yanıtı yoktur. Ders kitabında yanma tepkimelerine yer verilirken denklemlerde ısı alışverişine ilişkin herhangi bir bilgi, açıklamaya yer verilmemiştir. Öğrencilerin enerji nedir, neler gözlenirse enerji açığa çıktığı anlaşılır? sorularına ilişkin yanıt verecek içerik yer almamaktadır. 2005 yılında programın güncellenmesine rağmen Kimyasal tepkimelerde enerji kavramına ilişkin belirlenen kavram yanlışlarını giderecek içerik mevcut değildir.

2013 öğretim programında 8. sınıf Maddenin Yapısı ve Özellikleri ünitesinde Periyodik Sistem, Elementlerin Sınıflandırılması, Kimyasal Bağ, Asitler ve Bazlar, Kimyasal Tepkimeler, Türkiye’de Kimya Endüstrisi konu başlıkları altında 16 kazanım yer almaktadır. 2005 Öğretim programına göre kazanım sayısı yarıya inmiş ve içerik sadeleştirilmiştir. Kimyasal Tepkimeler konusuna yönelik kazanımlarda yanma tepkimeleri, asit-baz tepkimeleri ve kütle korunumuna yönelik kazanımlar yer alırken, kimyasal tepkimelerde enerji konusuna yönelik kazanımlara yer verilmemiştir. 2017 yılında öğretim programlarının değişmesi sebebiyle 2013 Öğretim programına göre hazırlanan ders kitabı bulunmamaktadır.

2018 Öğretim programında Madde ve Endüstri ünitesinde Periyodik Sistem, Fiziksel ve Kimyasal Değişimler, Asitler ve Bazlar, Maddenin Isı ile Etkileşimi ve Türkiye’de Kimya Endüstrisi konu başlıkları altında 17 kazanım bulunmaktadır. Kimyasal Tepkimeler konusunda Bilme basamağı düzeyinde bir kazanıma yer verilmiştir. Kazanım, diğer öğretim programlarına göre basit düzeydedir. 2018 öğretim programlarında kimyasal tepkimeler, nötralleşme tepkimeleri olarak yer almış ve asit-bazların günlük hayattaki kullanımına önem verilmiştir. Kimyasal tepkimelerin çeşitlerine, kimyasal tepkimelerde enerji alan-veren tepkimelere yer verilmemiştir. Bu durumda kimyasal tepkimelerde enerji alan veren tepkimelere ilişkin belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesine ait kazanım ve içerik mevcut değildir.

TIMSS S032x maddesinde 2007 yılında başarı oranı %14 iken 2011 yılında %8’dir. Başarısızlık oranı yüksek olmakla beraber yanlış seçeneklerin ortalamaları neredeyse benzerdir. 2011 yılında başarı oranının düştüğü görülmektedir. Öğrenciler “enerji” kavramını oluşturan alt kavramlara ait bilgiyi oluşturamamışlardır. 2000 öğretim programında doğrudan kimyasal tepkimelerde enerji kazanımına yer verilmesine rağmen

başarı oranı oldukça düşüktür. S042x maddesinde, 2011 TIMSS sınavı 2005 öğretim programına göre değerlendirildiğinde kazanım olmamasına rağmen 2007 yılı ile başarı oranı benzerdir. 2005 öğretim programında “yanma tepkimeleri formüllerle gösterilir” kazanımı bu maddede başarı sağlamış denilebilir. Paslanma, yanma ve çürüme için enerji gerekir, kavram yanlışları oranı aynı olmakla birlikte 2005 öğretim programı 2000 öğretim programından farklı olarak belirlenen kavram yanlışısını giderecek kazanıma sahip değildir.

Kimyasal tepkimeler, 2000 öğretim programında denklem denkleştirme boyutu ile daha ayrıntılı ele alınırken 2005 öğretim programında sadece yanma ve nötralleşme tepkimelerine yer verilmiştir. Her iki tepkime türü de ekzotermik (enerji açığa çıkaran-enerji veren) tepkime türleridir. S052063 maddesi 2011 ve 2015 yıllarında sorulmuştur. Her iki sınavda da öğrenciler 2005 programına tabii tutulmuştur. Öğrenciler bu maddede, suyun kaynaması ve pişme olaylarını enerji açığa çıkaran tepkimeler olarak yanıtlamıştır. Kaynama, pişirme gibi olaylar eğer dışarıdan enerji (ısı) alma imkânı varsa yürüyebilen tepkimelerdir. Dolayısıyla öğrenciler kaynama ve pişme sırasında ısı kaynağına bağlı olarak ortaya çıkan ısıyı-enerjiyi tepkimenin kendisinden ortaya çıktığını kabul etmiş olabilir. Alınan öğretmen görüşleri de bu bulguyu desteklemektedir.

Öğrenciler özellikle yanma tepkimelerinde örneğin odunun yanması, kömürün yanması gibi olaylarda tutuşturma sıcaklığını enerji alan tepkime ile eşleştirmektedir. Ya da yumurtanın pişmesi sırasında ocaktan etrafa yayılan ısıyı da enerji veren olarak tanımlar. Çünkü etrafa ısı yayılır der. Halbuki yumurtanın pişmesi sırasında oluşan tepkime önemli. Bunu ayırt edememektedir” (Ö7).

Öğretim programlarında enerji alan ve enerji veren tepkimeler yer almıyor. Hatta kimyasal tepkimeler neredeyse yok diyebiliriz. Basit bir şekilde kimyasal olaylardan bahsedip üstünkörü geçiliyor. Bilgi yok, bilgi olmadan uygulama yapmak hatta ürün tasarlamak isteniyor. Örneğin bir çocuk bir santral tasarlayacak, bunun için hangi malzemeleri neden kullanmalı, bu malzemedeki maddeler nasıl daha sağlam olur, dayanıklı olur. Bu maddeler hangi maddelerle tepkime verir. Bunu sorgulamadan tasarım yapmak, hazır ürünler kullanmaya teşvik eder (Ö1).

2019 TIMSS sınavında sorulan SP72x maddesinde asit ve bazların karıştırılması sonucu sıcaklığın artışına neden olan durum sorulmuştur. Öğrenciden beklenen yanıt asit ve baz çözeltileri karıştırılınca nötrleşme tepkimesi oluşur ve nötrleşme olayı ısı açığa çıkaran kimyasal tepkimedir, bu da çözeltinin sıcaklığının artmasına neden olur, şeklindedir. 2019 TIMSS sınavına katılan öğrenciler 2018 öğretim programı ile yetişmiştir. Öğrencilerin %25’ i yanıcı gaz açığa çıkar, demiştir. 2018 yılında

programların değişmesi geçmişte başarısız olunan ve belirli kavram yanılgılarına sahip olunan konularda başarıyı arttırmada yetersiz olmuştur.

Belirlenen kavram yanılgılarına ilişkin ğretim programları incelendiğinde 2000 ğretim programında kimyasal tepkimelerde enerji konusuna ilişkin doğrudan kazanım yer almakla beraber 2005 yılından sonra kimyasal tepkimeler ve enerji kazanımlarına yer verilmemiştir. Kimyasal tepkimeler sadece yanma ve nötrleşme tepkimeleri ile sınırlandırılmış 2018 yılında ise bileşiklerin kimyasal tepkime sonucu oluşması ile daha çok sınırlandırılmıştır. Değişen ğretim programları ile öğrencilerin “enerji” kavramını ve günlük hayatta meydana gelen basit kimyasal olaylardaki enerjiyi tanımlamalarını sağlayacak ve belirlenen kavram yanılgılarını giderecek kazanımlara ve içeriğe yer verilmemiştir.

Kurt (2013) alışmasında biyoloji ğretmen adaylarının enerji hakkındaki kavramsal yapılarını ve enerjiye karşı tutumlarını belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla yazma-çizme, tutum lği kullanarak veri toplamıştır. Araştırma sonunda ğretmen adaylarının enerji ile görüşlerinin yüzeysel olduğu sonucunu çıkarmıştır. Yıldırım, Işıktaş ve Yıldırım (2020) farklı disiplinlerdeki ğretmen adaylarının enerji kavramına yönelik algılarını belirlemeye yönelik çalışmasında ğretmen adaylarının enerjiyi genellikle iş yapabilme yeteneği olarak tanımladıklarını belirlemiştir. Disipline bağlı olmaksızın ğretmen adaylarının enerjiyi benzer şekilde tanımlamaları, bu tanımın kısa ve yıllardır süre gelen, ezberlenmesi kolay olmasından kaynaklanabilir.

Yürümezoğlu, Ayaz ve çökelek (2009)’ in ilköğretim ikinci kademe ğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavram yanılgılarına yönelik araştırmasında öğrencilerin enerji kelimesini ilk duyduklarında zihinlerinde oluşturduğu kavramların sekizinci sınıfa doğru azaldığı ve özellikle sekizinci sınıf ğrencilerinin zihinlerinde enerji ile ilgili net bir ifadenin bulunmadığını ortaya çıkarmıştır. Buna göre öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar takip ettikleri ğretim programlarına göre değişim göstermiştir. Aynı şekilde enerjinin resmini çizen öğrenciler altıncı sınıfa göre yedinci sınıfta artarken sekizinci sınıfta daha az başarılıdır. Bununla birlikte enerji kavramına yönelik sorulara daha çok fizik alanına bağlı olarak yanıt verilirken kimya alanı ile ilişki kurmada öğrenciler oldukça başarısızdır.

Enerji disiplinler arası bir kavramdır ve fen bilimlerinde birçok kavramla doğrudan veya dolaylı ilintilidir. İlköğretim Fen ve Teknoloji dersinde 4. sınıftan itibaren yer almıştır. Bu bağlamda, 4. sınıf ğretim programında öğrencinin elektriğin “bir enerji çeşidi olduğunu fark eder” kazanımıyla giriş yapılmıştır. 5. Sınıfta enerji kavramı güneş,

ısı ve yanma enerjisi ile ilişkilendirilmiştir. 8. Sınıfta ise elektrik enerjisinin üretimi, nakli ve dağılımı konusu ünitenin amaçları (yeni programda kazanım) arasında yer almaktadır (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Papadouris, Constantinou ve Kyratsi'e (2008) göre enerji öğretimini önemli kılan başlıca iki neden bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; enerjinin, fiziksel sistemlerin davranışlarının yorumlanmasına ve bu davranışlarla ilgili öngöründe bulunulmasına olanak veren temel ve olaylar arası geçişsel bir anlamsal yapıya sahip olmasıdır. İkincisi ise; enerjinin, enerji kaynağı, dağıtımı, kullanımı, yakıt tüketimi, taşıma ekonomisi ve beslenme gibi sosyo-bilimsel konularda merkezi bir rol oynamasıdır (Hinrichs & Kleinbach, 2002). Enerji kavramının önemli bir özelliği ise disiplinler arası bir kavram oluşudur. En genel tanımıyla enerji kavramı fizik ders kitaplarında iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Trefil & Hazen, 2004). Aynı zamanda enerji kavramı; hareket ederken, ısınırken ve aydınlanma için kullanılan; ses, ısı ve ışık gibi etkileriyle hissedilen ve hesaplanabilen; kinetik, potansiyel, elektrik, ısı ve nükleer enerji gibi çeşitleri bulunan bir büyüklük olarak tanımlanır (Şahan & Tekin, 2007: s. 83). Biyoloji konularında enerji; canlıların yaşaması için gerekli olan ve temel kaynağının güneş olduğu bir kavram olarak tanımlanır (Sağdıç, Bulut, Korkmaz, Börü, Öztürk & Cavak, 2007: s. 38). Ayrıca doğadaki enerji dönüşümü biyolojinin temel konusu olarak kabul edilir (Köse, Bağ, Sürücü ve Uçak, 2006). Kimya konularında ise enerji, kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kırılması için gereken ve yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı olarak tanımlanmaktadır (Karaca ve Göktan, 2007: s. 77). Ayrıca kimyasal enerjinin elektrokimyasal pillerde elektrik enerjisine dönüştüğü açıklanmaktadır (Kızıldağ vd, 2007: s. 94).

Yalçinkaya, Taştan ve Boz (2009)' un araştırmasına göre kimyasal tepkimelerde enerji ile ilgili kavram yanlışları “Kendiliğinden gerçekleşen bütün tepkimeler ekzotermiktir; Isı bir şeyi daha güçlü yapar böylece daha kararlı hale getirir; dolayısıyla bir tepkime ekzotermik ise ürünler girenlerden daha kararlıdır, çünkü onların yaydıkları ısıdan kaynaklanan güçleri vardır; Tüm yanma tepkimeleri sonucunda her zaman karbondioksit ve su oluşur; Enerji değişiminin pozitif olduğu durumlarda daha çok ürün elde edilir” şeklindedir. Tüm bunlardan dolayı enerji kavramı fiziksel, kimyasal ve biyolojik boyutlarıyla ele alınması gereken bir kavramdır (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1999). Bunun yanı sıra ilköğretim seviyesindeki diğer kavramlarla karşılaştırıldığında daha yüksek düzeyde düşünme gerektiren bir kavram olduğu açıkça görülmektedir (Ogborn, 1990). Enerji kavramı, öğrencilerin yapılandırmakta en fazla zorluk yaşadıkları kavramlardan biridir (Stylianidou, Ormerod ve Ogborn, 2002).

Literatürde farklı seviyelerdeki öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili öğrenme zorluklarını ve sahip oldukları kavram yanlışlarını saptamaya yönelik olarak yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Amettler ve Pinto, 2002).

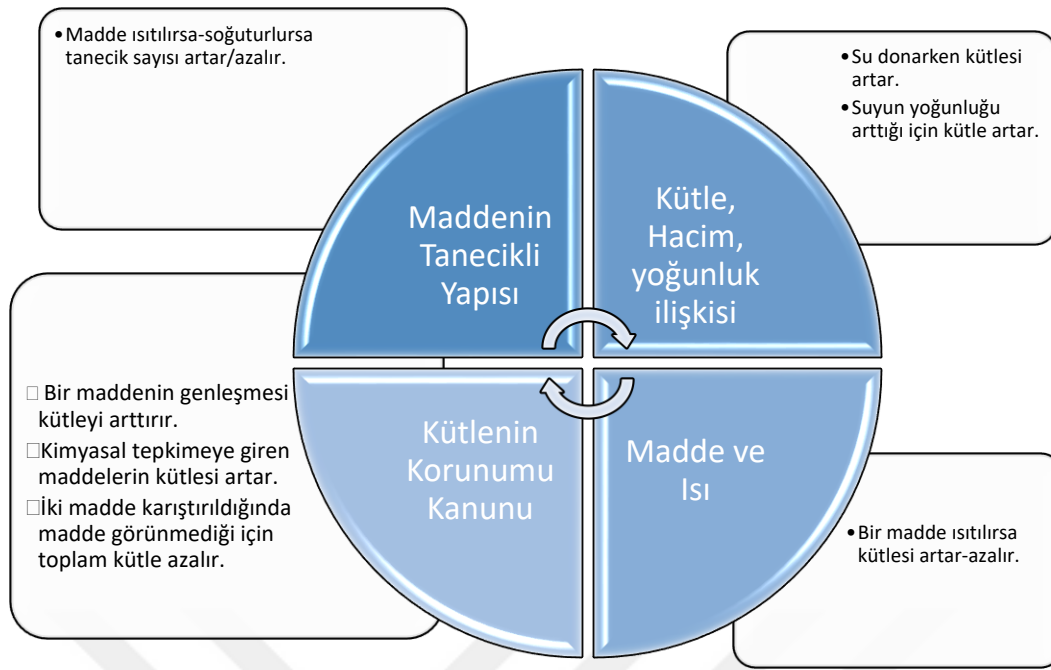


Şekil 37. Kavram Yanılgılarının Birbirine Etkisi

Öğretim programları maddenin tanecikli yapısı, atom, maddenin halleri, madde ve ısı bağlamında ele alındığında özellikle temel kavramlar arasında ilişki kurulamadığı belirlenmiştir. Fizik alanında belirlenen kavram yanlışları Kimya alanında da ortaya çıkmaktadır. “Bir maddenin genişmesi maddenin kütlesini artırır” kavram yanlışısı kütle, hacim ve yoğunluk kavramı ile ilişkilidir.

Araştırmada Fizik alanında en çok yanlış yapılan madde “Yoğunluk” kavramı maddeleridir. Kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak maddeler olmasına rağmen cevaplama da ayrıntılı puanlara yer verilmediği için araştırmaya alınmamıştır. Fakat öğrencilerin kütle, hacim kavramlarını somut düzeyde bilmedikleri için kütlesi daha çok olan maddenin yoğunluğu fazladır, helyum havadan ağır olduğu için helyum dolu olan balon uçar, helyum havadan hafiftir ve uçar, gibi yanıtlar vermişlerdir.

Bu doğrultuda belirlenen kavram yanlışlarına ait ilişki Şekil 26’ da verilmiştir.



Şekil 38. Fizik ve Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının İlişkisi

Şekil 26’ da görüldüğü gibi belirlenen kavram yanılgılarının Fizik ve Kimya alanında birçok farklı konularında ortaya çıktığı ve birbirleriyle oldukça ilişkili olduğu tespit edilmiştir. İlgili konu ve kazanımlar incelendiğinde öğretim programlarında ilgili kavram yanılgılarını giderecek düzenlemeye gidilmediği görülmektedir.

TIMSS sınavında en başarılı ülkeler arasında yer alan Hong Kong’ un fen bilimleri öğretim programında madde, enerji ve yaşam konuları arasında ilişki kurularak içerik hazırlanmıştır. Özellikle madde, atom ve molekül kavramlarına mikroskobik ve makroskobik olarak yer vermiş ve enerji kavramını her bir konu başlığında ayrı ayrı incelemiştir. Bu anlamda kavramlar arasında ilişki kurabilmede daha başarılı olmuştur. Singapur fen öğretim programında ele aldığı altı başlıkta “Enerji” kavramına ayrıca yer vermiştir. Türkiye fen öğretim programında enerji konusuna ayrıca yer vermezken ünitelerin içerisinde birbirinden bağımsız olarak ele almıştır.

Japonya Ortaokul Fen Öğretim programında Madde ve enerji kavramlarının bir arada olduğu konulara yer verilmektedir. Madde ve enerji ile ilgili olaylar üzerine öğrencilerin keşfetmeyi sağlayacak aktiviteler yaparak insan hayatı ile bilimsel ve teknolojik gelişmeler arasındaki bağlantının farkındalığını kazanmaları ve bilimsel düşünmeye yönelik tutum geliştirmelerini amaçlamaktadır (Alp, 2015). Madde kavramı Japonya Fen öğretim programında Orta 1. sınıfta Yaşamımızdaki Maddeler ünitesinde

Maddenin Halleri, Sulu Çözeltiler ve Hal Değişimi konuları; Orta 2. sınıfta Kimyasal Değişimler ve Atomlar/Moleküller ünitesinde Maddelerin Bileşimi, Kimyasal Değişimler, Kimyasal Değişimler ve Madde Kütlesi konuları; Orta 3. sınıfta Kimyasal Değişimler ve İyonlar ünitesi, Çözeltiler ve İyonlar, Asitler ve İyonlar konuları olarak ayrılmıştır (Alp, 2015). Japonya Fen Öğretim programında kimyasal değişimler ile madde kütlesi kavramlarının bir arada verilmesi önemlidir. Kütlenin korunumu kanununa yönelik maddede en başarılı ülke Japonya' dır.

Biyoloji Alanında Belirlenen Kavram Yanılgıları Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Nasıl Ele Alınmıştır? Sorusuna İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Biyoloji alanında Canlıların Sınıflandırılması, Hücre ve Hücrenin Görevleri üniteleri araştırmaya alınmıştır. Ünitelerde belirlenen kavram yanılgılarına yönelik kazanımların öğretim programları ve ders kitaplarında nasıl ele alındığına ilişkin bulgular ve yorumlar sırasıyla sunulmuştur.

Canlıların Sınıflandırılması Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgılarının Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında İncelenmesi. Canlıların Sınıflandırılması konusu TIMSS bağlamında Canlılar ve Yaşam Döngüleri ünite başlığı altında yer almaktadır. Araştırmanın ikinci amacı doğrultusunda belirlenen kavram yanılgıları omurgalı canlıların solunum türlerine ilişkin olarak belirlenmiştir. Biyoloji alanında en çok yanlış yapılan konular arasında da Canlıların Sınıflandırılması yer almıştır. 2019 yılında temel bilgi düzeyinde sorulan ve canlıları memeli ya da memeli olmama durumuna göre sınıflamada başarı oranı %20' dir.

TIMSS bağlamında incelenen maddelerin ortak özelliği omurgalı canlıların solunum türü üzerinde olması sebebiyle sadece omurgalı canlıların sınıflandırılmasına ilişkin konu ve kazanımlara yer verilmiştir. Belirlenen kavram yanılgılarının öğretim programlarında nasıl ele alındığını incelemek amacıyla 2000 yılından 2018 yılına kadar değişen öğretim programları incelenmiş ve sonuçlar Tablo 41' de verilmiştir.

Tablo 41

Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin 2000-2018 Yılları Arasında Yer Alan Kazanımlar

Belirlenen Kavram yanılgısı				
	Sınıf	Ünite-Konu	Kazanım	TIMSS Bilişsel Boyut
TIMSS	8	Canlıların Özellikleri ve Yaşam Döngüsü-1. Canlıların sınıflandırılmasında başlıca önemli farklılıklar	A. Canlıları özelliklerine göre tanımlayarak farklılıklarından yola çıkarak taksonomik gruplara ayırır (bitkiler, hayvanlar, mantarlar, memeliler, kuşlar, sürüngenler, balıklar, amfibiler ve böcekler).	Uygulama
			B. Canlıları oluşturan taksonomik grupları tanımlar, sınıflandırır ve örneklendirir (bitkiler, hayvanlar, mantarlar, memeliler, kuşlar, sürüngenler, balıklar, amfibiler ve böcekler).	Uygulama
2000	4	3.Ünite:	Omurgalıları yaşadıkları ortamlara ve beslenme şekillerine göre sınıflandırır.	Uygulama
2005	5	6. Ünite: Canlılar Dünyasını Gezelim, Tanıyalım	1. Omurgalı hayvanları memeliler, kuşlar, sürüngenler, kurbağalar ve balıklar olarak sınıflandırır.	Uygulama
			2. Omurgalı hayvan sınıflarının genel özelliklerini açıklar.	Bilme
			3. Görünüşleri ve hareketleri birbirine benzediği halde aynı sınıfta yer almayan omurgalı hayvanlara örnekler verir.	Bilme
2013	5	5. Ünite: Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım	Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre gruplandırır.	Uygulama
2018	5	2. Ünite: Canlılar Ve Hayat	Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır.	Uygulama

2000 öğretim programında canlıların sınıflandırılması ilk olarak 4. sınıf düzeyinde ele alınmıştır. Omurgalı canlıların yaşadıkları ortam ve beslenme özelliklerine göre sınıflandırılmasına ilişkin bir kazanıma yer verilmiştir.

2005 öğretim programında Canlılar ve Hayat öğrenme alanında Canlılar Dünyasını Gezelim, Tanıyalım ünitesinde Canlıları Sınıflandırılma, Bitkileri Sınıflandırılma, Hayvanları Sınıflandırılma, Mantarları Tanıyalım, Mikroskopik Canlıları Tanıyalım,

Yaşadığımız Çevre ve İnsanın Çevreye Etkisi ünite başlıkları altında 33 kazanım bulunmaktadır.

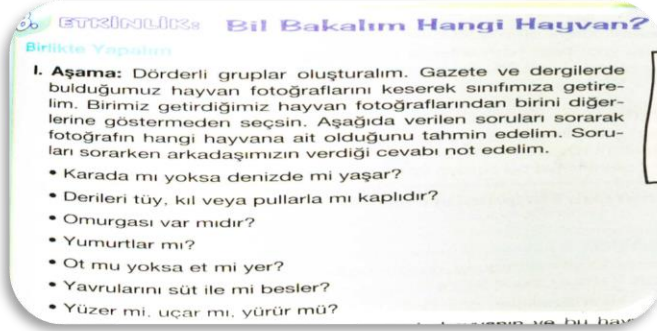
Belirlenen kavram yanlışları omurgalı canlıların temel özellikleriyle ilgili olduğu için doğrudan omurgalı canlıların sınıflandırılmasına yönelik kazanımlar değerlendirilmiştir. Üniteye yedi kazanım vardır ve Bilme ve Uygulama düzeyinde üç kazanım kavram yanlışları doğrultusunda ele alınmıştır.

Omurgalı hayvanları memeliler, kuşlar, sürüngenler, kurbağalar ve balıklar olarak sınıflandırır kazanımına yönelik “Öğrenciler bir omurgalı veya omurgasız hayvanı doğal ortamında beslenme şekilleri, görünüşleri ve hareketleri gibi özelliklerinin dikkate alınarak gözlemler. Gözlemleri kaydedilerek sınıfta tartışılır” açıklaması ilgili kavram yanlışları bakımından önemlidir. Bu açıklamada hayvanları görünüşleri, hareketleri gibi özellikler sınıflama yaparken öğrencileri kavram yanlışlığına götürmektedir. Çünkü bu durumda öğrenciler canlıları uçabilen, yüzebilen canlılar olarak sınıflayabilir, aynı zamanda görünüşlerine göre sınıflamaya çalıştıklarında ise yunusların da balığa benzemeleri, aynı ortamda bulunmaları gibi özelliklerini sınıflamada temel özellik olarak ön planda tutabilir.

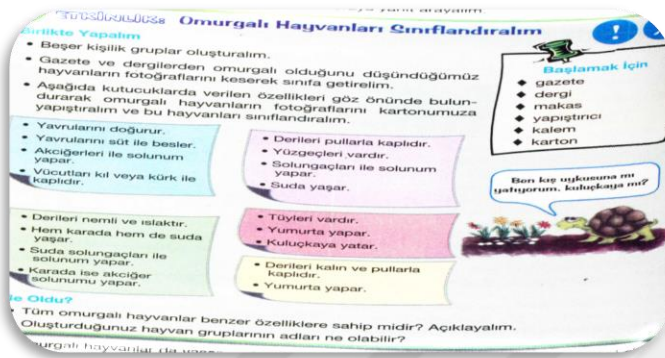
Omurgalı hayvanlar ve omurgalı hayvanların genel özelliklerine ilişkin kazanımlar TIMSS maddeleri için önemlidir. 2011 TIMSS 2005 öğretim programına göre incelendiğinde “kurbağaların solunum organı böbrektir” yanıtında %7 artış, “kurbağaların solunum organı kalptir” yanıtında ise %7 azalma görülmüştür. Fakat kurbağaların solunum türüne ilişkin doğru yanıt oranında değişim olmamıştır. 2005 öğretim programının değişmesi kurbağaların solunum türüne ilişkin kavram yanlışlığını önleyecek etkiye sahip olmamıştır.

S06X maddesinde derileri pürüzsüz ve kaygan olan, erken dönemde solungaç solunumu yapan canlı sınıfı için sürüngen, balık yanıtı oranı %60 oranındadır. 2005 programına göre yetişen ve 2015 TIMSS sınavına katılan 8. sınıf öğrencilerinin canlıların deri ve solunum türüne ilişkin kavram yanlışları yüksek oranda devam etmektedir.

2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında canlıların sınıflandırılmasına ilişkin kavram yanlışlığına neden olabilecek içeriğe Görsel 27’ de yer verilmiştir.



Eksik İçerik: Karada ve denizde yaşamasını farklı sınıflar olarak algılayabilir. Bu doğrultuda canlıları doğrudan yaşadıkları ortama göre sınıflandırmak timsahların iki yaşamlı olabileceğini veya kara ve deniz kaplumbağalarının farklı sınıflarda olması gerektiği kavram yanlışlığına neden olabilir.



Eksik İçerik: Sürüngenlere ilişkin bilgi kartında solunum türlerine ait bilgi verilmemiştir. Kurbağalarda solungaç ve akciğer solunumundan bahsedilirken deri solunumu yoktur.



Eksik İçerik ve Hatalı Bilgi: Balıkların solungaç solunumu yaptığı ve suda yaşadığı bilgisine yer verilmiştir. Kurbağalara ait metinde ise bu kez akciğer ve deri solunumundan bahsedilirken ergin döneme kadar solungaç solunumu bilgisi eksiktir. Sürüngenlerin akciğer solunumu yaptığı belirtilmiştir. Fakat kaplumbağa kara kaplumbağası olarak verilmiş suda yaşayan sürüngenlere yer verilmemiştir. Bu durumda suda yaşayan canlılar solungaç solunumu yapar kavram yanlışlığı oluşabilir. Kurbağalarla ilgili verilen metinde hem karada hem suda yaşar, sonrasında larvalar suda yaşar solungaç solunumu yapar bilgisinden sonra kurbağaların ergin hale geldiğinde akciğer ve deri solunumu yaptığı bilgisi verilmemiştir. Ergin kurbağalar hem suda hem karada yaşar bilgisi bilimsel olarak hatalıdır.

Görsel 25' e göre, 2005 öğretim programına göre hazırlanan 5. sınıf ders kitabında balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunum çeşidinde bilgi eksikliği mevcuttur. Balıkların suda yaşadığı ve solungaç yaptığı bilgisi mevcutken, kurbağaların solunum türü her iki paragrafta farklı şekilde verilmiştir. Ayrıntılı ve yeterli açıklamaya sahip olmayan öğrencide kurbağalar için akciğer ve deri solunum yapar ya da solungaç ve akciğer solunumu yapar bilgisi verilmiştir. Tam doğru ve bütün bir açıklama mevcut değildir. S042007 maddesinde 2011 yılında kurbağaların solunum organı için “deri solunumu yapar” bilgisi eksik olduğu için, kurbağalar için karaciğer, böbrek, kalp organı ile solunum yapar yanıtı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla genel olarak kurbağaların solunum türüne ilişkin kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Sürüngenlerin solunumu hakkında etkinlik kısmında bilgi mevcut değilken sürüngenlere ilişkin metinde ise akciğer solunumu yapar bilgisi verilmiştir. Fakat suda yaşayan kaplumbağalar içinde net bilgi verilmemiş, akciğer solunumu yapar bilgisi eklenmemiştir. Bu durumda öğrencilerde denizlerde yaşayan kaplumbağalar solungaç solunumu yapar kavram yanlışlığı oluşabilir. Suda yaşayan sürüngenlerin solunumu hakkında bilgi de mevcut değildir. S06X maddesinde sürüngenler ve balıklar için “erken dönemlerinde solungaç solunum yapar, derileri pürüzsüz ve nemlidir” kavram yanlışlığı ortaya çıkmıştır. 2015 TIMSS sınavına katılan öğrencilerin kullandığı bu kitap solunum türleri açısından incelendiğinde eksik, bilimsel detaylardan uzak olarak hazırlanmıştır. Kurbağaların erken dönemde solungaç solunumu yaptığı ve deri solunumu yapabilmesi için de vücut yüzeylerinin nemli bulunması zorunluluğu vardır çünkü solunum sisteminde kullanılan gazların vücut içine alınabilmesi yahut vücut dışına gönderilebilmesi için sıvı bir maddede çözünmesi gerekir. Kurbağaların solunum türü sadece bilgi şeklinde sunulmuş ve yeterli açıklama bulunmadığı için öğrenciler kurbağaların solunum türünü eksik öğrenmiştir.

2013 Öğretim programında beşinci sınıf düzeyinde “Canlılar Dünyasını Gezelim, Tanıyalım” ünitesi başlığı altında bir kazanım yer almaktadır. Kazanım 2005 programına göre daha genel ifade edilmiş ve içerik sadeleştirilmiştir. SP7X maddesinde belirlenen “yunus memeli değildir” kavram yanlışlığı %25 olarak tespit edilmiştir. Öğrenciler %20 oranında verilen canlıları memeli-memeli olmayan olarak doğru sınıflamıştır. Verilen canlıları sınıflamada başarı oranı oldukça düşüktür. 2019 TIMSS sınavına katılan sekizinci sınıf öğrencileri 2013 öğretim programı ile yetişmiştir. Verilen kazanıma göre canlılara örnekler verir ve benzerlik- farklılıklarına göre sınıflandırır kazanımı bu madde için etkili olmamış ve %25 yunus memeli değildir cevabı ortaya çıkmıştır.

2013 Öğretim programına göre hazırlanan beşinci sınıf ders kitabı (MEB, 2013a, ss. 234)	Belirlenen Kavram Yanılgısına Neden Olabilecek İçerik
1. Balıklar: Genellikle tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar, solungaç solunun leriyle hareket ederler. Vücutları koruyucu pullarla kaplıdır. Genellikle yun	Balıklar için solungaç solunumu yapar bilgisi verilmiştir. Fakat solungaç kavramına ilişkin bilgi mevcut değildir.
2. Kurbağalar: Suda, karada, hem suda hem de karada yaşayanları vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Arka ayakları uzun ve perdelidir.	Kurbağaların (iki yaşamlıların) erken dönemde solungaç ileri dönemlerde akciğer solunumu yaptığı bilgisi verilirken deri solunumu bilgisine değinilmemiştir.
3. Sürüngenler: Gövdeleri genellikle uzun olduğundan sürünerek hareket ederler. Vücutlarının çevresi pul veya kemik tabakayla kaplıdır. Suda ve karada yaşarlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yılan, kertenkele, kaplumbağa ve timsah bu grupta yer alan canlılara örnek olarak verilebilir. 	Sürüngenlerin solunum türüne ilişkin bilgiye yer verilmemiştir. Kaplumbağa olarak kara kaplumbağasına yer verilirken suda yaşayan sürüngenlere örnek verilmemiştir. Genel olarak suda yaşayan canlılar solungaç solunum yapar, timsahlar suda da yaşadıkları için solungaç solunumu yapar kavram yanılgısı oluşabilir.

Görsel 26. Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

Görsel 26’ da, 2013 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında balıklar için sadece solungaç solunumu yapar bilgisi verilirken, kurbağalar ve sürüngenlerin solunum türlerine ilişkin bilgi verilmemiştir. 2013 yılında öğretim programlarının güncellenmesinde yapılan uluslararası sınavlardaki başarısızlık göz önüne alınırken belirlenen bu kavram yanılgılarını giderecek kazanım ve içerik mevcut değildir.



Eksik Bilgi:
Balıkların
solunum şekline,
yumurta yapısına
ait bilgi yoktur.
Yine aynı şekilde
kurbağalar ve
sürüngenlerin
solunum
türlerine yer
verilmemiştir.

Görsel 27. Canlıların Sınıflandırılması Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

Görsel 27' ye göre, 2018 öğretim programında 2013 öğretim programına göre herhangi bir değişiklik söz konusu olmamıştır. Canlıların benzerlik ve farklılıklarına göre gruplandırılması özellikle öğrencide kavram yanılgısına neden olabilir. “Kelebek ve yarası kuştur” çünkü kanatları benzerdir; yunus balıktır, çünkü yüzer” kavram yanılgılarına sebebiyet verebilir. Bu durumda kazanımların açık, anlaşılır şekilde yazılması önemlidir. Doğrudan benzerlik ve farklılıklara dikkat çekilmesi öğrencilerde ki kavram yanılgılarının pekiştirilmesine ya da oluşmasına neden olabilir.

Öğretim programlarına genel olarak bakıldığında 2000 yılında dördüncü sınıf düzeyinde tek bir kazanıma yer verilmiş ve 2005 öğretim programı sade ve net kazanımlara yer verilmesine rağmen belirlenen kavram yanılgıları devam etmiştir. Öğretim programlarında özellikle canlıların sınıflandırılmasının nedenleri, canlıları sınıflandırmada kullanılan yöntem ve tekniklere ilişkin bilgi, uygulama ya da akıl yürütme düzeyinde kazanımlara yer verilmemiştir. Programlar belirli çerçevede değişmiş belirlenen bu kavram yanılgılarını giderecek düzeyde kazanımlara yer verilmemiştir. Öğretmenlerden alınan görüşler de bu durumu desteklemektedir

Ö2: “S032542 de de desteklemekte TIMSS özellikle solunuma ilişkin maddeler sormuştur. Seçeneklerde özellikle solunum türünün olması bu konunun önemli olduğunu göstermektedir. Programlarda bu konulara nerdeyse yer verilmiyor”

Ö5: “Öğrencilerin 2019 TIMSS sınavında hala canlıları memeli ve memeli olmayan olarak sınıflamada başarısız olması düşünülmesi gereken bir konudur. Öğrenciler timsahı iki yaşamlı olarak ifade eder fakat solunum çeşidinde takılır. Hemen suda yaşadığını düşünerek solungaç solunumu der. Bu durum normal. Çünkü öğretim programları, ders kitapları ayrıntılı bilgi sunmamakta. Biz öğretmenler olarak bu iki kaynağa bağlı kalıyoruz. Fazla bilgi diye düşünüyoruz bazen öğrencilere yeterli bilgiyi sunmuyoruz. Eğer her öğrencinin bu bilgiye ulaşmasını ve başarıyı arttırmayı düşünüyorsak kesinlikle öğretim programlarına ilgili kazanımlar eklenip ders kitapları da en iyi şekilde düzenlenmelidir.”

Ders kitaplarında da balıklar, kurbağalar ve sürüngenlerin solunum türüne ait incelenen içerikte her üç canlı sınıfının solunum türlerine ayrıntılı ve bilimsel detayları içerecek biçimde yer verilmediği, 2018 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında ise hiçbir şekilde yer verilmediği tespit edilmiştir. Canlıların sınıflandırılmasında özellikle canlıların yaşam alanlarının solunum türlerini etkilediği fakat aynı ortamda yaşayan canlıların solunum türlerine ait bilginin genellenemeyeceği vurgulanmalıdır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde genel olarak verilen canlıların hangi sınıfa dahil edildiği üzerine araştırma yapılmıştır. Fakat TIMSS maddeleri incelendiğinde canlıların özelliklerinin bilinmediği ve sınıflama yapmada da başarısız olduğu ortaya çıkmıştır. Bilme boyutunun eksik olduğu, çok genel bilgilerin yer aldığı öğretim programları ve ders kitapları öğrencilerde eksik öğrenmeye yol açmakla birlikte yeni kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle solungaç solunumu, akciğer ve deri solunumu hangi canlı sınıfında görülür ve bu solunum türlerinin gelişme sebeplerine ilişkin bilgi verilmelidir. 2010 Fen ve Teknoloji ders kitabında “Balıklar suda yaşar ve kafa bölgesinin yanında bulunan solungaçları ile solunum yapar” cümlesi ile solunum türü ve suda yaşama kavramı eşleştirilmiştir. Bilgiyi genelleyerek sürüngenler içinde solungaç solunumu yapar kavram yanlışlığı oluşabilir. Açıklamalarda doğrudan akciğer solunumu yapar bilgisi verilmiş fakat farklı ortamlarda yaşayan sürüngenlerin de akciğer solunumunun nasıl olduğu hakkında bilgi verilmemiştir. Kurbağaların derilerinin kaygan ve nemli olması ile deri solunumu yapabilmesi arasındaki ilişki belirtilmelidir. Ders kitaplarının hepsinde kurbağalar için hem suda hem karada yaşar bilgisi bilimsel olarak açıklanmalıdır. Açıklamalarda özellikle larva döneminde solungaç solunumu yapan, başkalaşım sonrasında genellikle akciğer solunumu yapan omurgalı hayvan sınıfı olarak belirtilmelidir. Benzer şekilde timsahlar, kaplumbağalar da suda ve karada

yaşayabilirler, bu durumda kurbağalar ve sürüngenlerin özellikleri karıştırılmakta ve öğrencide kavram yanlışları oluşmaktadır. S06X madde sonucu bu durumu desteklemektedir. Tekkaya, Çapa ve Yılmaz (2000)' ın araştırma sonucuna göre kurbağa öğretmen adaylarının çoğu (%89) tarafından doğru sınıflandırılırken, bir kısım adayda kaplumbağa (%42,8), timsah (%22,58) ve kertenkele (%11,52) gibi sürüngenleri de kurbağalar sınıfına dahil etmiştir.

TIMSS bağlamında incelenen maddelerde önemli bir nokta dokuz maddeden beş madde omurgalı canlıların solunum türünü içeren maddelerden oluşmuştur. Bu ortak durum kavram yanlışlarının varlığını araştırmaya teşvik etmiştir. Beş maddede ortak olan durum “omurgalı canlıların solunum türü” olarak belirlenmiş ve TIMSS bu konuya önem vermiştir. Maddeler incelendiğinde öğrencilerin balık, kurbağa ve sürüngenlerin solunum türünü karıştırdıklarını ve kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Örneğin timsah, somon için deri solunumu, balıklar için akciğer solunumu yapar gibi yanıtlar verilmiştir. Bu yanlış cevaplar incelendiğinde bu durumun öğrencilerde kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiş ve öğretim programları, ders kitaplarında yeterli kazanım ve içeriğin yer almadığı tespit edilmiştir.

Başarılı ülkeler bağlamında incelediğimizde, Çin (Hong Kong) canlıları sınıflandırmada başarılı ülkeler arasındadır. Çin (Hong Kong) öğretim programında Canlıların Sınıflandırılması ünitesi, Canlılar ve Yaşam öğrenme alanında 7. sınıf düzeyinde ve ayrıntılı kazanımlarla ele alınmıştır. Kazanımlarda “Çeşitli mikroorganizma, bitki, hayvan türleri dahil olmak üzere çeşitli canlılar olduğunu ifade eder; Omurgasız hayvanlar ve omurgalı hayvanları ayırt edecek temel özellikleri tanımlar; Balıklar, iki yaşamlılar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler arasındaki farkı gösteren kilit özellikleri tanımlar” yer almaktadır (Gönültaş, 2021). Çin (Hong Kong) öğretim programında kazanımlar ayrıntılı ve daha üst bilişsel boyutta verilirken, Türkiye Fen Öğretim programında daha basit düzeyde, ayrıntıya girilmeden ele alınmıştır. Türkiye Fen Öğretim programında kazanımlarda alem, cins, tür vb kullanımında kaçınılır, yapısal ayrıntıya girilmez gibi öğretmeni sınırlandıran açıklamalara yer verilmiştir. Bu tür sınırlamalar öğretmenin konuyu genişletmesini, bazı kavramları anlamlandırmak amacıyla sınırları aşmasını engellemektedir.

2019 TIMSS sınavında kedi, yunus, solucan, balık gibi canlıları memeli ve memeli olmayan özelliklerine göre sınıflamada Türkiye’ de öğrencilerin başarı oranı %20’ dir. Bu bağlamda Türkiye canlıların sınıflandırılması konusunda Ürdün, Umman, Bahreyn gibi başarısız ülkeler arasında yer almaktadır. Japonya bu maddede en başarılı

lkeler arasındadır. Japonya Fen ğretim programında Canlılar konusu 3. Sınıf Yaşam ve Dünya nitesinde Böcekler ve Bitkiler konu başlığı olarak verilmiştir. Orta 1. Sınıf da Bitki ve Canlı Çeşitleri nitesinde, Canlıların Gözlemi, Bitkilerin sınıflandırılması; Orta 2. Sınıfta Hayvanların Yaşamları ve Canlıların Dönüşümleri nitesinde Hayvanların Vücut Yapısı ve İşlevleri, Hayvan Grupları olarak ğretim programlarında verilmiştir (Erdoğan, 2019).

Türkiye Fen ğretim Programında Canlıların Sınıflandırılması sadece 5. Sınıfta yer almıştır. Konuya ilerleyen sınıflarda tekrar yer verilmemiştir. 2005 ğretim programı ve sonrasında sarmal içerik hazırlama yaklaşımı ğretim programlarında etkili olmuştur. Canlılar ve Yaşam ğrenme alanı başlıkları altında her sınıfta farklı üniteler işlenmiştir. 5. Sınıfta Canlılar ve Yaşam ğrenme alanında “Canlıları Tanıyalım”; 6. sınıfta, Vücudumuzdaki Sistemler, 7. sınıfta Hücre ve Bölünmeler, 8. sınıfta, DNA ve Genetik ünitelerine yer verilmiştir (MEB, 2018). Japonya ğretim programında sınıflar ilerledikçe aynı konu içeriklerine yer verilirken, Türkiye’ de Canlılar ve Yaşam ğrenme alanı içinde birbirinden farklı ünitelere yer verilmektedir. TIMSS ğretmen anketinde %90 oranında bu üniteyi 8. sınıftan önce işledik yanıtı verilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin konuyu çok önceden işlemesi ve ilerleyen sınıflarda tekrar konuya değinilmemesi kavram yanlışlarının sebepleri arasında olabilir.

Hücre ve Organeller Konusunda Belirlenen Kavram yanlışlarının ğretim Programları ve Ders Kitapları Bağlamında İncelenmesi. Hücre ve fonksiyonları konusunda belirlenen kavram yanlışları “DNA sitoplazmada eşlenir; Enerji sitoplazmada üretilir” olarak belirlenmiştir. Hücre ve organeller, DNA kavramları hücrenin temel kısımları, birki ve hayvan hücrelerinin ayırt edilmesi, DNA’nın yapısı-eşlenmesi gibi birçok konuda yer alabileceğı için kazanımlara geniş kapsamlı yer verilmiştir. İlgili kavram yanlışları 2000 yılından günümüze kadar değışen ğretim programlarında karşılık gelen kazanım, konu ve ünitelere ait bilgi Tablo 42’ de verilmiştir.

Tablo 42

Hücre ve Organeller Konusunda İlişkin Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

	Sınıf/Konu başlığı	Kazanımlar	TIMSS Bilişsel Boyut
TIMSS Hedef-Kazanım (Objective performance)	Hücre ve Hücrenin Görevleri	B. Hücrenin temel yapılarını açıklar (ör., hücre duvarı, hücre zarı, çekirdek, kloroplast, koful ve mitokondri) ve bu yapıların temel görevlerini tanımlar.	Bilme
2000 Öğretim programı	6. sınıf Canlıların İç yapısına Yolculuk	Canlıların temel yapı biriminin ve canlılık olaylarının gerçekleştiği yerin hücre olduğunu fark eder.	Bilme
		Mikroskopta soğan zarını gözlemleyerek gözlem sonuçlarını belirtir	Uygulama
		Mikroskopta ağız içi epitelini gözlemleyerek gözlem sonuçlarını belirtir.	Uygulama
		Bitki ve hayvan hücrelerinin şeklini çizerek aralarındaki benzerlik ve ayrılıkları fark eder.	Uygulama
		Hücrenin yapısını şema üzerinde açıklar.	Uygulama
		Hücreyi çevreleyen yapıyı (hücre zarı) ve işlevlerini açıklar.	Uygulama
		Sitoplazmayı ve canlılık olaylarının gerçekleştiği bölümlerini (organelleri) işlevleriyle tanımlar.	Bilme
		Hücrenin canlılık olaylarını yöneten DNA molekülünün kromozomların yapısında bulunduğunu ve kromozomların genelde çekirdek içinde yer aldığını fark eder.	Akıl yürütme
	8.Sınıf: Genetik	DNA molekülünün hücrenin canlılık olaylarını yönetme, kendini eşleyerek hücre çoğalmasını sağlama ve böylece bu özelliklerin yeni döllere geçmesini gerçekleştirme görevlerini açıklar.	Bilme
2005 Öğretim Programı	6. Sınıf 1. Ünite: Canlılarda Üreme, büyüme ve Gelişme	Bir hayvan hücresi ve bitki hücresini mikroskopta gözlemleyerek çizer	Uygulama
		Hücrenin temel kısımlarını levha, model üzerinde göstererek görevlerini açıklar.	Uygulama
		Gözlemleri sonucunda bitki ve hayvan hücresi arasındaki benzerlik ve farklılıkları listeler.	Uygulama
		Hücrenin bir organizmanın sahip olduğu canlılık özelliklerini gösterdiğini vurgular	Bilme
		Farklı tipte hücrelere örnekler verir.	Bilme
		Benzer yapı ve özellikteki hücrelerin aynı görevi yapmak üzere bir araya gelmesiyle dokuların oluştuğunu belirtir.	Bilme
		Hücre-doku-organ-sistem organizma ilişkisini açıklar.	Bilme
	8.Sınıf 1. Ünite: Hücre Bölünmesi ve Kalıtım	1. DNA' nın kendini nasıl eşlediğini basit bir model yaparak gösterir.	Uygulama

(Devam ediyor)

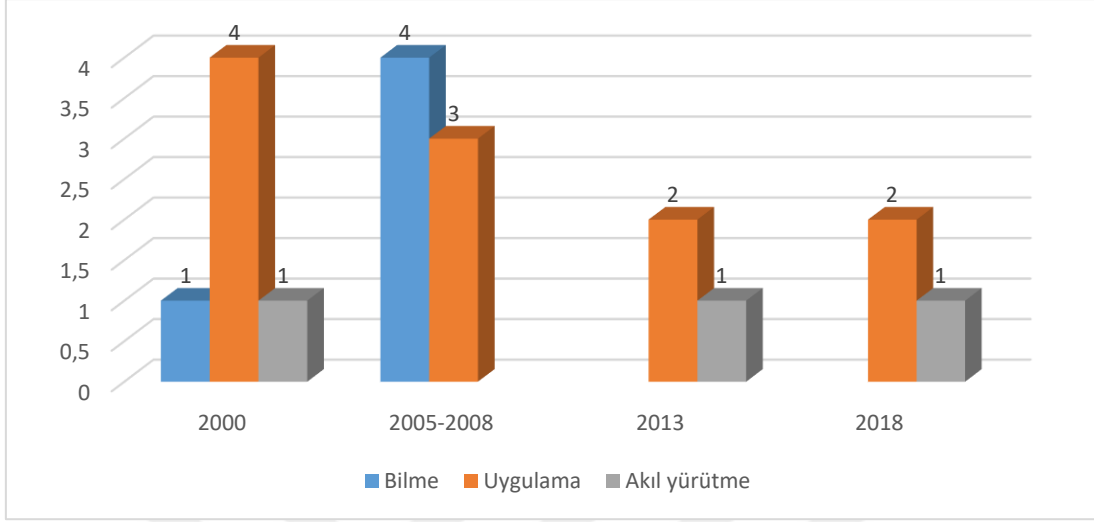
Tablo 42 (Devam)

Hücre ve Organeller Konusunda İlişkin Kazanımların Öğretim Programları Boyutuyla İncelenmesi

	Sınıf/Konu başlığı	Kazanımlar	TIMSS Bilişsel Boyut
2013 Öğretim programı	6. sınıf 1. Ünite: Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme	1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır. a. Hücrenin temel kısımları için sadece hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek verilir. b. Hücre organellerinin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilir.	Uygulama
		2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili olarak ileri sürülen görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır. Mikroskopun gelişimi ve diğer teknolojik araçlar yardımı ile değişen hücre yapılarına örnekler verilir.	Akıl yürütme
		3. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar. Hücre, doku, organ, sistem ve organizma kavramlarının tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere değinilir.	Uygulama
2018 Öğretim Programı	8.sınıf 1. Ünite: İnsanda üreme, büyüme ve gelişme	1. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir ve DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder.	Uygulama
	7. sınıf 2. Ünite: Hücre ve Bölünmeler	1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır. a. Hücrenin temel kısımları için sadece hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek verilir. b. Hücre organellerinin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilir. c. DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir.	Uygulama
		1. . Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır. <i>Bilimsel bilgilerin kesin olmayıp değişebileceği ve gelişebileceği vurgulanır.</i>	Akıl yürütme
		2. . Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar. <i>Hücre-doku-organ-sistem-organizma kavramlarının tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere değinilir.</i>	Uygulama
	8.sınıf 2. Ünite DNA ve Genetik kod	1. DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder. a. Replikasyon ifadesi kullanılmaz. b. Eşlenme deneyleri anlatılmaz. c. Eşlenme ile ilgili hesaplama sorularına girilmez.	Bilme

Tablo 42' ye göre Hücre ve fonksiyonlarına ilişkin öğretim programlarında ait ünite ve kazanımlar incelendiğinde 2000 yılından günümüze kadar ilgili kazanım

sayısının azaldığı görülmektedir. İlgili kavram yanılgıları Hücre ve fonksiyonları ünitesinde yer aldığı için sadece bu üniteye yer alan kazanım sayısı ve bu kazanımların TIMSS bağlamında bilişsel boyutu Şekil 39’ da verilmiştir.



Şekil 39. Hücre ve Organeller Konusuna İlişkin Kazanımların Bilişsel Boyut Dağılımı

Şekil 39’ a göre kazanım sayılarının öğretim programlarında giderek azaldığı görülmekle birlikte Bilme boyutuna ilişkin kazanımlar son iki programda yer almamaktadır. Aynı zamanda 2013 ve 2018 öğretim programlarında kazanımlar benzerdir.

2000 öğretim programında hücre konusuna ilişkin kazanımlar “Canlının İç Yapısına Yolculuk” adlı birinci üniteye yer almaktadır. Ünitenin amacı, öğrencilerin hücrenin yapısını ve görevlerini, bitki ve hayvan hücreleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları, hücrede yönetici molekülleri, görevlerini, çok hücreli canlılarda görülen görevleri ile uyumlu yapıdaki farklı hücre grupları olan dokuları, bitkilerin gövde, kök, yaprak, çiçek, tohum ve meyveden oluşan ve canlılık olaylarının gerçekleşmesini sağlayan yapılarını, bitkilerin doğaya kazandırdıklarını ve önemini gözlemlerle, uygulamalarla ve farklı etkinliklerle kavramaları amaçlanmaktadır (MEB, 2000). Öğretme ve öğrenme etkinliklerine örnek bölümünde “Hücrenin zar, sitoplazma ve çekirdekten oluşan genel yapısı tanıtarak hücre zarının görevlerinin neler olabileceğini tartışılır, sitoplazmanın pek çok canlılık olaylarının gerçekleştiği bir ortam olduğunu belirterek sitoplazmada gerçekleşen farklı canlılık olaylarının neler olabileceğini öğrencilere sorar. Her bir canlılık olayının farklı sitoplazmik birimlerde gerçekleştiğini,

bu sitoplazma bölümlerine organel denildiğini vurgular” (MEB, 2000, s. 46’dan aynen alınmıştır).

2007 TIMSS sınavına katılan öğrenciler 2000 öğretim programıyla yetişmiştir. Öğrencilerin yaklaşık %24’ ü enerjinin sitoplazmada üretildiğini belirtmiştir.

Tablo 43

Hücre ve Organeller Konusuna İlişkin Ders Kitabı Örneği

2000 Öğretim Programına Göre Hazırlanan 6. Sınıf Ders Kitabı	Kavram yanılışına neden olabilecek sözel içerik
Sitoplazma: Hücre zarı ile çekirdek arasını dolduran yarı akışkan, yumurta akı kıvamında bir sıvıdır. Sitoplazmanın içinde %65-90 oranında su bulunur. Sitoplazma, hücrenin varlığını sürdürebilmesi ve gelişebilmesi ve çoğalabilmesi için gerekli tüm olayların gerçekleştirildiği yerdir.	Etkinlikler, tanımları, örnekler ve deneylerde kavram yanılışlarına neden olabilecek içerik. Hatalı içerik Genellemeler yapılırken sınırların korunmaması
Çekirdek: Bakteri ve mavi-yeşil algler hariç bütün hayvan ve bitki hücrelerinde vardır. Genellikle hücrenin ortasında bulunur, küre şeklindedir. Çift katlı zarla çevrilidir. Hücrenin olaylarını, protein sentezini ve hücre bölünmesini kontrol eder.	

2000 öğretim programına göre hazırlanan 6. sınıf ders kitabında sitoplazma kavramının tanımı “tüm olayların gerçekleştiği yerdir” verilmiştir. Bu tanım öğrencide sitoplazma kavramına ilişkin geniş bir görev tanımı oluşturmaya neden olabilir. Ders kitabında çekirdek ve çekirdeği oluşturan yapılara detaylı olarak yer verilmiş; fakat öğrenciler DNA kavramını henüz öğrenmedikleri için, DNA’nın eşlenmesinin çekirdekte gerçekleştiği açıklanmamıştır. Hücrenin temel kısımlarından olan çekirdeğe ilişkin tanımda DNA’nın eşlendiğine ilişkin herhangi bir bilgi yer almamaktadır. DNA’nın eşlenmesi sekizinci sınıf Genetik ünitesinde ele alınmaktadır.

2005 öğretim programında bireysel farklılıkları ne olursa olsun tüm öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi belirlenmiştir. Fen okur yazarı kapsamında bilimi ve bilimsel bilginin doğasını, temel fen kavramlarını, ilkelerini, yasalarını kullanan, problem çözme becerilerine sahip bireyler olması gibi hedefler yer almaktadır. Bu doğrultuda öğretim programında detaylı etkinlik örneklerine ve kazanım açıklamalarına yer verilmiştir. Öğrencilerin ilk olarak hücre kavramını tanımları ve temel kısımlarını uygulama düzeyinde (model, levha üzerinde gösterme, görevlerini açıklama) kazanmaları beklenmektedir. 2005 öğretim programında, 2000 öğretim programında yer alan

“Sitoplazmayı ve canlılık olaylarının gerçekleştiği bölümlerini (organelleri) işlevleriyle tanır.” kazanımı “Hücresinin temel kısımlarını levha, model üzerinde göstererek görevlerini açıklar.; Hücresinin bir organizmanın sahip olduğu canlılık özelliklerini gösterdiğini vurgular” olarak 2 kazanım olarak verilmiştir. Hücre kavramının organizmada gerçekleşen olaylarla ilişki kurularak verilmesi istenmiştir. Kazanımlarda hücresinin temel kısımlarının görevlerini ve DNA’nın eşlenmesini uygulama düzeyine öğrenmesi beklenmektedir. Her iki kazanımda TIMSS maddelerini cevaplamak için yeterli düzeydedir. 2005 öğretim programı 2011 TIMSS sınavında etkili olan programdır. 2011 TIMSS sınavında öğrencilerin %50’ si enerjinin mitokondride üretildiğini belirtirken, %20’ si enerjinin sitoplazmada üretildiği kavram yanlışlığına sahiptir. Bilme düzeyi basamağında olan maddeyi cevaplamak için 2005 Öğretim programında uygulama düzeyinde kazanımlar mevcuttur.

2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabından örnekler Tablo 44’ de verilmiştir.

Tablo 44

Hücre ve Organeller Konusunda Hazırlanan Ders Kitabı Örneği

2005 Öğretim Programına Göre Hazırlanan 6. Sınıf Ders Kitabı (MEB, 2006. Ss.7-8)	Kavram yanlışlığına neden olabilecek sözel içerik
Ben sitoplazmayım! Saydam ve akıcıyım. Büyük bir kısmımı su oluşturur, İçimde beslenme, solunum ve boşaltım gibi yaşamsal olayların gerçekleştiği yapılar bulunur.	a. Eksik içerik Örneklerin yeterli olmaması -Varsa örnek olmayanların verilmemesi - Verilen örnekte kavramın temel özelliğinin üzerinde durulmaması
Mitokondri: Sitoplazmanın içidir yerim. Bulduğum hücre için enerji üretirim.	
Ben çekirdeğim! Hücreyi yönetirim. İçimde canlıların göz rengi, boy uzunluğu, yaprak genişliği, tüy rengi gibi kalıtsal özellikleri taşıyan yapılar bulunur.	Çekirdeğin görevlerinden olan DNA’nın eşlenmesine ilişkin bilgiye yer verilmemiştir.

2005 öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında sitoplazmanın tanımında sitoplazmada beslenme, solunum, boşaltım gibi yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştiği yapılar bulunur, tanımında daha açıklayıcı ve bilimsel tanım yapılmalıdır. Aksi takdirde öğrencilerde bu faaliyetlerin sitoplazma tarafından gerçekleştiği yanlışlığı oluşabilir. Açıklamada sitoplazmada gerçekleşen bütün olaylar verilmelidir. Sadece boşaltım, beslenme, solunum verilirse öğrenciler diğer olayların farklı yerde gerçekleştiğini

düşünebilir. Bu tanım eksik bilgi içermektedir ve tanımda sitoplazmanın temel özelliği vurgulanmamıştır. Mitokondri için sitoplazmanın içidir yerim, ifadesi kullanılırken, koful için kullanılmamıştır. Burada öğrenci mitokondriyi sitoplazmanın bir parçası gibi düşünüp kofulu sitoplazmanın dışında bir yerde düşünebilir. Ayrıca mitokondri ve sitoplazmayı aynı görev birimi olarak da düşünebilir.

2013 öğretim programında hücre ve hücrenin görevlerine ilişkin konu 6. sınıfta uygulama düzeyinde 1 kazanım olarak yer almıştır. Kazanımlarda hücrenin temel kısımları olarak sitoplazma, hücre zarı ve çekirdek kavramlarına doğrudan yer verilmiştir. Açıklama bölümünde hücrede yer alan organellerin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilmesi beklenmektedir.

2013 Öğretim programına göre hazırlanan 6. Sınıf ders kitabında sitoplazma “Hücre zarı ile çekirdek zarı arasında yer alan canlı, yarı saydam, renksiz ve akıcı özellikte olan yapı” olarak tanımlanmış ve devamında “Sitoplazmanın çok büyük bir kısmını su oluşturur. Sitoplazmada hücrenin solunum, boşaltım, sindirim ve beslenme gibi yaşamsal olaylarını gerçekleştirmede görevli organel adı verilen yapılar yer almaktadır. “tanımında sitoplazmada olayların gerçekleştiği bilgisi verilmiş. Mitokondri “Hücrenin ihtiyacını karşılarım” olarak tanımlanmıştır. Bu anlamda sitoplazmanın bu görevleri yapmadığı sitoplazmada bu görevleri yapan organellerin bulunduğu ayrımına yer verilmiştir.

2013 öğretim programı kademeli olarak 2013-2014 öğretim yılından itibaren 5’inci; 2014-2015 öğretim yılından itibaren 3’ üncü sınıflardan başlamak üzere uygulamaya konulmuş fakat sekizinci sınıflar bu programa tabi tutulmadan 2017 yılında öğretim programları ve ders kitapları değişmiştir. Dolayısıyla 2013 öğretim programına göre hazırlanan 8. Sınıf ders kitabı örneği bulunmamaktadır.

2017 ve 2018 öğretim programı 2019 TIMSS sınavında 8. sınıf konuları bağlamında etkili olan programlardır. 2018 öğretim programında hücre ve hücrenin görevleri ünitesi yedinci sınıf düzeyinde ele alınmıştır. 2013 öğretim programı ile benzer kazanımlar içeren bu öğretim programında açıklamalar kısmında “*DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir.*” açıklamasına yer verilmiştir. DNA ve Genetik Kod konusu sekizinci sınıfta ayrı ünite başlığı altında yer almıştır.

DNA kavramına 7. Sınıfta “Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır” kazanımı altında yer verilmiştir. Bu kazanıma yönelik “*DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir*” açıklamasına yer verilmiştir. 2018 Öğretim programında DNA kavramı bölünme kavramlarından önce temel düzeyde yer almaktadır. İlk olarak mitoz ve mayoz bölünme, daha sonra 8. Sınıfta

DNA ve genetik kod ünitesi işlenmektedir. Bu bağlamda DNA'nın eşlenmesini henüz öğrenmeyen birey mitoz ve mayoz bölünme evrelerini öğrenmektedir. Sekizinci sınıf DNA ve Genetik Kod ünitesine ilişkin kazanımlarda “DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder.” Kazanımı yer almaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 28 Mayıs 2018 tarih ve 78 sayılı kararıyla (listenin 88. sırasında) 2018-2019 öğretim yılından itibaren beş yıl süreyle ders kitabı olarak kabul edilen sekizinci sınıf ders kitabında bu kazanıma göre hazırlanan konu içeriğinde “DNA'nın kendini eşlemesi” başlığı altında DNA'nın yapısı ve eşlenmesi ayrıntılı olarak açıklanırken, DNA'nın nerede eşlendiğine ilişkin herhangi bir bilgiye yer verilmemiştir.

Bununla birlikte 2018 öğretim programına göre Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın kurul kararıyla 2018-2019 öğretim yılından itibaren hazırlanan diğer 8. sınıf ders kitabında belirlenen kavram yanlışlığına neden olabilecek içeriğe rastlanmıştır:

Tablo 45

Hücre ve Organeller Konusuna İlişkin Ders Kitabı İçerik Örneği

2018 Öğretim Programına Göre Hazırlanan 8. Sınıf Ders Kitabı Örneği

“DNA'nın eşlenmesi. “Her bir ipliğin karşısına sitoplazmada serbest hâlde dolaşan uygun nükleotidler sırayla yerleşir.”

2019 TIMSS sınavında “DNA'nın eşlenmesi sitoplazmada gerçekleşir” kavram yanlışlığı %28,9 olarak tespit edilmiştir. Tablo 45’ de verilen örnekte görüldüğü gibi “DNA'nın eşlenmesi sırasında sitoplazmada bulunan serbest nükleotidler sırayla yerleşir” ifadesinde DNA'nın sitoplazmada eşlendiği anlaşılmaktadır. Oysa DNA, prokaryotik hücrelerde sitoplazmada, ökaryotik hücrelerde ise çekirdekte eşlenmektedir. Eğer bu ayırım yapılmazsa 8.sınıf düzeyindeki öğrenciler DNA eşlenmesinin sitoplazmada gerçekleştiğini düşünecekler ve yanlış kavramlar geliştireceklerdir. Watson-Crick DNA modeline göre ökaryotik hücrelerde, çekirdekte atasal DNA'nın iki zinciri ayrılır ve bunların her biri serbest nükleotidlerden tamamlayıcı zincirlerin oluşumu için kalıp haline gelir. Nükleotidler baz eşleşmesi kuralına uygun olarak kalıp zincirin karşısında tek tek sıralanır. Enzimler yeni DNA ipliklerini oluşturmak üzere nükleotidleri birbirine bağlar (Simon’ dan akt: Yılmaz vd, 2018)

2018 öğretim programına göre hazırlanan 7. sınıf ders kitabında sitoplazma “Hücrenin Temel Kısımları” başlığı altında sitoplazmanın tanımı yapılmıştır. Çekirdeğin

tanımında DNA' dan bahsedilmemiştir. Hücre Bölünmesine yönelik ayrıntılı bilgi mevcut değildir. Hücre bölünmesi başlığı altında doğrudan mitoz ve mayoz bölünme konuları yer almaktadır. Hazırlık aşamasında DNA'nın iki katına çıktığı bilgisi verilirken DNA'nın nasıl eşlendiğine ilişkin ayrıntılı bilgi mevcut değildir. Bu ders kitabını okuyan öğrenciler 8. Sınıfta 2019 TIMSS sınavına katılmış ve öğrencilerin %60'ı DNA'nın hücrenin hangi kısmında eşlendiğine doğru cevap verememiştir. Bununla birlikte yüksek oranda “DNA sitoplazmada eşlenir” cevabını vermiştir. Hücre bölünmelerine ilişkin görseller hücrenin sitoplazma kısmında meydana geldiği için öğrenci DNA'nın da sitoplazmada eşlendiği bilgisini genelleleyebilir.

Sonuç olarak TIMSS bağlamında doğrudan verilen “DNA'nın eşlenmesi sitoplazmada gerçekleşir” kavram yanlışlığından yola çıkarak tespit edilen diğer kavram yanlışlığı “Enerji sitoplazmada üretilir” kavram yanlışlığında hücrenin temel kısımlarına yönelik kavram yanlışlıkları tespit edilmiştir. Sitoplazmanın görev tanımı eksik ve hatalı olarak yer almaktadır. Ders kitaplarında yer alan tanımlarda hücrede beslenme, solunum, boşaltım gibi olayların gerçekleştiği bilgisinden yola çıkarak öğrenciler bu görevlerinde sitoplazma tarafından yapıldığı sonucuna ulaşabilir. Sitoplazmanın ve organellerin görev tanımının bilimsel olarak eksiksiz verilmesi ve ayırımın da netleştirilmesi gereklidir.

Alan yazında hücre ve organellerine yönelik çalışmaların az olması ve araştırmacıların hücre bölünmesi ve kalıtım konularında yoğunlaşması nedeniyle ilgili kavram yanlışlıklarının ortaya çıkarılması önemlidir. Bu anlamda sitoplazma ve sitoplazmanın görevlerine yönelik öğrencilerde karmaşanın hâkim olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda 2019 TIMSS sınavında da benzer sonucun alınması normaldir. Bilme boyutuna ilişkin her iki maddede benzer oranlarda kavram yanlışlığı tespit edilmiş ve bu kavram yanlışlığı yıllara göre değişmemiştir. Öğretim programlarının güncellenmesinde özellikle 2005 öğretim programında konu diziliminde bir hata olduğu açıktır. Bu durum bu kitabı okutan öğretmenler tarafından olumsuz yönde eleştirilmiştir.

İlk olarak mitozla başlayıp araya kalıtım ekleyip sonra mayoz bölünmeye geçiyoruz. Bir kopukluk oluyor ve bunu dağıtmadan yapmak mümkün olmuyor. DNA bilmeyen öğrenciye hücre bölünmesi anlatıyoruz. Burada zaten bir mantık hatası var ki daha sonra bu durum düzeldi.” (Ö2); “DNA kavramı karışık bir kavram gibi ele alınıyor, yani öğrenciye nereden başlayacağız mesajını veriyoruz. Özellikle 2005 öğretim programında yasaklı kelime gibi oluyor. Önce mitoz sonra kalıtım sonra mayoz sonra DNA. Yani ilk verilmesi gereken sonra veriliyor. Hücre bölünmelerinde çok az bilgi verilerek geçilmesi isteniyor. Bu durumda da eksik bilgi veriyoruz. En temel olarak DNA çekirdekte eşlenir, çekirdekte bulunur -tabi ökaryotlar için- kavramlarında bile öğrenciler yanılıyor.” (Ö4). “Sitoplazma

yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştiği bölümdür” kavramının eksik olduğunu fark ettim. Çünkü öğrencilerde özellikle enerji kavramı yaşamsal bir faaliyet olarak nitelendiriliyor ve bu görevi sitoplazma ile eşleştiriyor olabilir. (Ö5).

Araştırmanın Dördüncü Amacı “Kavram yanlışlarının Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Belirlenen kavram yanlışlarının nedenleri ve giderilmesine ilişkin önemli görülen görüşler Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanlarına göre sırasıyla verilmiştir. Öğretmen görüşleri alanyazın ve araştırmacının yorumuyla desteklenmiştir.

Fizik Alanında Belirlenen Kavram Yanlışlarının Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler

Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinde belirlenen kavram yanlışlarında taneciklerin çiziminde görsellerde dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarına yönelik kazanımların birbirleriyle ilişkili olarak verilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Sonuçlarla ilgili olarak öğretmenlere ait örnek ifadeler şu şekildedir:

Ö2: Bu kavram yanlışları kimyanın temel konusunu oluşturmaktadır. Fizik alanında belirlenen kavram yanlışları doğrudan kimya alanını etkilemektedir. Belirlenen kavram yanlışları aslında hepimizin bildiği ama kimsenin dile getirip farkında olmadığı ya da göz ardı ettiği kavramlardır. Örneğin kütle değişmeyen madde miktarıdır diyoruz fakat kütlelenin nasıl oluştuğunu, atom- kütle ilişkisini somut hale getirip modelleme yoluyla vermeliyiz. Öncelikle bu kavram yanlışlarının farkında olmalıyız ki vurgu yapalım ya da bunu derslerde özellikle belirtelim...

Özellikle öğretim programlarında TIMSS bağlamında verilen “Fiziksel değişimde yeni maddelerin oluşmadığını tanımlar; Fiziksel değişiklikler sırasında kütlelenin sabit kaldığını açıklar (ör: hal değişimi, katıların çözünmesi, genleşme).” kazanımlarına yer verilmelidir. 4. sınıfta kütle, hacim, yoğunluk tanımları verilirken 6. sınıfta maddenin tanecikli yapısı ve madde ve ısı ünitelerinde tekrar tanecik, atom kavramlarıyla birlikte daha detaylı olarak kazanımlara yer verilmelidir. Öğretmenlerden alınan görüşler;

Ö3: Bu kavram yanlışlarına ilişkin kazanımlar programlarda yer almamıştır. Öğretmenler olarak somutlaştırmadan soyut olarak veriyoruz. Açıkçası modelleme de de eksik olarak aklıyor. Şimdi dikkat ettim ki kütle ve hacim kavramları verilmesi gereken yerde değil sanki öğrenciler bu kavramları dördüncü sınıfta çok iyi öğrenmiş gibi davranıp tanecik ve atom boyutuyla ele almıyoruz.

Kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarını tanecik boyutu ile öğrendikten sonra suyun donarken kütle, hacim, yoğunluk değişimi bilgi, uygulama ve akıl yürütme basamakları düzeyinde ele alınmalı ve yoğunlukla ilgili matematiksel bağıntı kullanılarak hesaplama düzeyinde kazanımlara da yer verilmelidir.

Fiziksel özellikler ve maddenin hal değişimi ünitesinde belirlenen kavram yanlışları birbirleriyle ilişkili ve birbirini desteklemektedir. Bir madde ısıtıldığında ya da soğutulduğunda tanecik sayısı artar-azalır, tanecik sayısı büyür-küçülür gibi kavram yanlışları bir sonraki ünitelerde maddelerin ısıtıldığında ya da soğutulduğunda maddenin kütlelerini değişeceğine ilişkin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır. Maddenin tanecikli yapısı uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur. Bu konu üzerinde bu kadar fazla çalışılmasının sebebi kimyanın temelini oluşturmasıdır (Adadan, 2014; Adadan vd., 2010; Brook et al., 1984). Maddenin tanecikli yapısı konusu, mikro seviyede bir konu olduğundan dolayı öğrenciler anlamada zorluk çekmekte ve makro seviye ile ilişkilendiremedikleri için konuyu zihinlerinde canlandıramamaktadırlar (Adadan vd., 2010). Dolayısıyla maddenin mikro boyuttaki yapısını zihinlerinde canlandıramayan öğrenciler bu konuda birçok kavram yanlışına sahip olmaktadır (Çavdar, Okumuş ve Doymuş, 2016).

Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda da özellikle maddenin tanecikli yapısı, kütle, hacim, yoğunluk gibi konulardaki kavram yanlışlarını giderebilmek için deneyler etkili uygulamalardır. Alan yazında da bu konuya yönelik kavram yanlışlarının giderilmesinde deneylerin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Okumuş vd (2016)' ye göre deneyler mikro boyuttaki soyut ve anlaşılması zor kavramların makro boyutla ilişkilendirilmesini sağlamaktadırlar, Buradan hareketle, tanecikli yapıyı anlamaya yardımcı deneylerin tasarlanmasının veya var olan deneylerin bu yönde tekrar düzenlenmesinin öğrencilerin mikro boyutu zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, ilköğretim fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarını belirlemek ve kavram yanlışlarının giderilmesinde deneylerin etkisine bakmaktır.

Enerjinin dönüşümü ve iletimi ünitesinde, öğretmen görüşlerine göre, öğrencilerin soğuk cisimler ile ısıyı iyi ileten ve ısı yalıtımı sağlayan maddeler arasındaki ısı alışverişinin hangi yönde olacağı ve sıcaklığın nasıl değişeceğini yapılandırmada sorun yaşamaları kavram yanlışlarına neden olmaktadır. TIMSS madde ve ısı konusunda birbirine benzer sorulara yönelmiş ve soğuk cisimlerin maddelerle temasına yönelik sorular sormuştur. Özellikle soğuk maddelerin muhafaza edilmesinde ısı yalıtımı sağlayan maddelerin hava akımını keseceği, havanın nasıl yalıtım sağladığı detaylı ve örneklerle öğrencilere sunulmalıdır.

Ö1: Isı ve sıcaklık konusunda büyük oranda ısı ve sıcaklık kavramlarının farklı olduğuna, sıcaklık ve soğukluk kavramlarına değinirken ısı yalıtımında kavram yanlışlarının farkında olmadığımı hissettim. Bu durumda öncelikle öğretmenler bilinçlendirilmeli. Isı yalıtımı genellikle sıcak tutma ile ilişkilendiriliyor, buna dikkat etmemiz gerek. Aynı zamanda ders kitaplarında da verilen örnekler de tek yönlü bir durum söz konusu. Öğrencilere farklı örnekler sunulmuyor. Mesela birçok öğrenci eğer sıcak bir çayı gazete kâğıdına sarsaydık diğer çay açıkta kalsaydı hangisi daha sıcak olur diye sorulsaydı eminim doğru yanıt oranı daha yüksek olurdu. Çünkü gazetenin orada bir yalıtım oluşturacağını düşünebilirken soğuk cisimler için aynısını düşünemiyor ve günlük hayatından örnekler veriyor. Battaniyenin bizi ısıttığını düşünüyor, onunla eşleştirip gazeteye sarılı buz daha önce erir cevabını veriyor. Bunun için konularda her duruma ayrı ayrı örnekler sunulup öğrencilere akıl yürütme düzeyinde farklı durumlara ilişkin örnekler sunulmalı. Öncelikle öğretim programları sonra ders kitapları ve öğretmenler olarak bizlerin konuya hâkim olması ve kavram yanlışlarının farkında olmamız gerekir.

Ö3: Öncelikle öğretmenler olarak öğretim programlarına bağlı kaldığımız için yapılan bu araştırma sonuçları öğretim programlarına da yansımadağı için genellikle aynı kavramlar üzerinde kalıyoruz. Öğretmenlerin bu kavram yanlışlarından kesinlikle haberdar edilmesi gereklidir. Öğretim programlarında bu araştırma sonuçlarına yer verilmeli gerekli açıklamalar kısmında verilebilir. Ya da her ünite alanyazında belirlenen kavram yanlışları öğretmenlere verilmelidir. Özellikle ısı yalıtımında daha detaylı kazanım ve içeriklere yer verilmelidir.

Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerde özellikle metal, karton, tahta gibi maddelerin soğuk veya sıcak bir cismi nasıl korudukları, ısı yalıtımını nasıl sağladıkları konusunda bilgi eksikliği vardır. Isıyı iyi ileten maddeler ile ısı yalıtkanı olan maddelerin çevresiyle olan ısı alışverişinin nasıl olduğu ve sıcaklık değişimine ilişkin genel bir yanlış olduğu belirlenmiştir. Bilme boyutuna ilişkin yüksek puana sahip öğrencilerin doğru yanıt oranı daha yüksektir. Uygulama basamağı düzeyinde olmasına rağmen bu kavram yanlışlarının giderilebilmesi için öncelikle bilme düzeyinde ve sonrasında

uygulama ve akıl yürütme düzeyinde kazanımlara ihtiyaç vardır. Öğretim programlarında 2013 ve 2018 öğretim programlarında bilme düzeyine ilişkin kazanım sayısında belirgin bir azalma ve uygulama ve akıl yürütme basamaklarına ilişkin kazanım sayısında artış görülmüştür.

Isı yalıtımına ait kazanımlar maddelerin sınıflandırılmasına yönelik iken öğrenciler maddelerin ısı yalıtımındaki rolünü bilmemektedir. Öğretim programlarının amaçları incelendiğinde fen ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirmek, fen bilimleri ile kariyer bilinci geliştirmek, doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmektir. 2018 öğretim programında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında öncelikle öğrencilerden ünitelerde ele alınan konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları beklenmektedir. Problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması istenir. Ayrıca problemler malzeme, zaman ve maliyet kriterleri kapsamında ele alınmalıdır (MEB, 2018). Bu amaçlara yönelik güncellenen öğretim programlarında temel bilgi düzeyinde belirlenen kavram yanlışlarını giderecek kazanımlar bulunmamakta ve ders kitaplarında ise kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak içeriğe yer verilmemiştir. Öncelikli olarak bu amaçlar doğrultusunda bilgi, uygulama ve akıl yürütme basamakları düzeyinde kazanımlar hazırlanmalı ve bu kazanımlara yönelik ortaya çıkabilecek kavram yanlışları hakkında öğretmenlere bilgi verilmelidir.

Öğretmenlere göre, elektrik ünitesi son yıllarda öğretim programlarında oldukça sade ve basit şekilde ele alınmaktadır; öğretim programları yıllara göre oldukça sadeleşmektedir. 2000 Öğretim programında bir kazanım yer almakta ve ders kitaplarında OHM Kanunu matematiksel hesaplama ile verilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin 2007 TIMSS sınavında ilgili kavram yanlışısı oranı %42' dir. Yani kazanım ve içeriğin yer almasına rağmen öğrenciler sınavda başarısız olmuş ve kavram yanlışısı yüksek oranda ortaya çıkmıştır. Bu durumda geleneksel öğretim yaklaşımlarının etkili olması, sınıflarda yeterli deney düzeneklerinin yer almaması kavram yanlışlarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrudan verilmiştir:

Ö1: Elektrik ünitesi son yıllarda öğretim programlarında oldukça sade ve basit şekilde ele alınmaktadır. Dolayısıyla bu ünitelerde özellikle akıl yürütme düzeyinde kazanımlar eksik kalmakta ve oldukça basit düzeyde yer verilmektedir. İlgili maddede öğrencilerin belirlenen kavram yanlışısının giderilmesi için

özellikle OHM kanununa ait kazanımlara yer verilmeli önce bilgi ve uygulama düzeyinde sorular çözmeli ki akıl yürütme düzeyinde soruları cevaplayabilsin. Yani öncelikle öğretim programları, ders kitapları ve tabii öğretmenlerin de konuyla ilgili derin bilgi sahibi olması ve kavram yanlışlarının bilincinde olması gereklidir.

Ö2: Öğretim programları yıllara göre oldukça sadeleşmektedir. Dolayısıyla öncelikle öğretim programlarının bu araştırmalar göz önünde tutularak güncellenmesi ve ders kitaplarında yeterince örneklerin olması gerekir. Bu durumda ders kitabı neredeyse başucu kitaplarımız olduğu için öğretmenlerde ders kitabında olduğu için uygulamada yer verecektir.

Ö3: Doğrudan kavram yanlışsı olarak ele alabileceğimiz bu madde için öğrencilerin konuya hâkim olması gereklidir. Yani akım, direnç, gerilim, akımın yönü gibi kavramları iyi bilmesi ve bu kavramlara yönelik problemleri de çözmesi gereklidir. Yedinci sınıf öğrencileri için bu konularda problem çözmede sıkıntı olmayacaktır. Uygun kazanımlar ve içerikle ilgili kavram yanlışsı giderilebilir.

TIMSS bağlamında incelenen S032184 maddesinde öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda düşük başarının nedenleri arasında öğretim programları, ders kitapları ve öğretmenlerin kavram yanlışları hakkında bilgi sahibi olmaması yatmaktadır. Alan yazın incelendiğinde benzer kavram yanlışları üzerinde araştırmalar yapılmış, bu kavram yanlışlarının nelerden kaynaklandığı, kavram yanlışlarının elektrik konusunu öğrenmeyi nasıl etkilediği ve öğrencilerde bu kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceği birçok bilim adamı tarafından araştırılmıştır (Osborne, 1981; Peters, 1981; Duit ve ark, 1985). Yılmaz ve Huyugüzel Çavaş (2006)' ın araştırmasına göre elektrik ile ilgili bir diğer kavram yanlışsı zayıflayan akım modelidir. Bu modele göre, elektrik akımı kademe kademe azalarak tek bir yönde ilerler. Burada her bir devre elemanı akımın belirli bir miktarını kullanır ve akım kaynağa geri döndüğünde başlangıçtaki miktarına göre azalmıştır. Çalışmasında deney ve kontrol grubu öğrencileri için keşfetme, açıklama ve değerlendirme aşamasında yapılandırmacı teoriye dayalı 4-E Fen Bilgisi Öğrenme Döngüsü yönteminin 6. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışsını gidermede etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Öğretmenlerden alınan görüşlere göre, yerçekimine yönelik kavram yanlışsının nedenleri olarak öğretmenlerin ilgili kavram yanlışları hakkında bilgilendirilmesi, bu kavram yanlışlarına ilişkin öğretim programlarının gerekli bölümlerinde açıklamalara yer verilmesi ve ders kitaplarında da kavram yanlışlarını giderecek içeriğe yer verilmesi gereklidir.

Ö1: Öncelikle bu kavram yanlışlığı özellikle vurgulanmalıdır. Yani öğretmen olarak bu durumu göz ardı ettiğim durumlar var. Bunun için bu araştırmalar öğretim programlarının hazırlanmasında önemlidir ve göz önüne alınması gerekir. Kazanımlarda yazılmasa bile açıklamalarda verilmeli, özellikle de ders kitaplarında belirtilmelidir.

Ö2: ...öğrenci sadece düşerken cisim yer çekimi etki ettiğini düşünebilir. Cisim dururken ya da yukarı fırlatılırken yer çekiminin etkisinden bahsetmelidir. Öğretim programlarında kazanımlara yönelik açıklamalarda ya da doğrudan kazanım olarak verilmelidir.

Ö3: Ünite başlarında özellikle belirlenen kavram yanlışlıklarına yönelik bir liste yer alabilir, literatür paylaşılabilir ve biz öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimler verilebilir. Yani öğretmen, öğretim programları ve ders kitapları iş birliğiyle halledilmeli. Fakat en önemli faktör tabii öğretmen farkındalığını arttırmaktır. Hatta sene başında teknolojinin bu kadar geliştiği dönemde öğretim programlarında çekilen videolar kare kod olarak eklenebilir.

2000 öğretim programında detaylı kazanımlar yer almakla birlikte içerik incelendiğinde öğretmenlerin dikkat etmesi gereken durumlarda kavram yanlışlığını giderecek ya da ortaya çıkmasını engelleyecek içeriğe rastlanmıştır. Bu durum öğretmenlerin kavram yanlışlıklarının ortaya çıkmasında önemli olduğunu göstermekte ve özellikle öğretmenlerin kavram yanlışlıkları hakkında bilgi sahibi olması gerektiği araştırma sonucu ve öğretmen görüşleri ile desteklenmektedir.

Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanlışlıklarının Nedenleri ve Giderilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler

Atom kavramı ve ilgili konular öğretim programlarında yeterince ele alınmış mıdır? sorusunda öğretmenler, kimya, fizik ve biyoloji bilgilerinin üzerine temellendiği atom kavramının, öğretim programları ve ders kitaplarında yeterince vurgulanmadığını ifade etmişlerdir. Belirlenen kavram yanlışlığı doğrultusunda incelenen öğretim programları ve ders kitaplarında atomun yapısı, atomun tarihçesi, atomun parçalanması kavramlarına yer verilirken somut düzeyde ve en temel bilgiyi barındıran madde değişirse atomlar ne olur? sorusuna cevap verecek kazanım ve içerik mevcut değildir. “Atomun parçalanması” kavramının bilimsel olarak anlaşılmadığı ve bu durumun madde parçalandığında atomlarında parçalandığı kavram yanlışlığına sebebiyet verdiği söylenebilir.

Ö7: Öğretim programlarına “Madde üzerinde meydana gelen değişimlerin maddeyi oluşturan atomlar üzerindeki etkisini tartışır” kazanımı eklendiğinde ve

konuya yönelik bilimsel yazı ile ders kitabında desteklenirse kavram yanlışlığı önlenir.

Ö3: Kavram yanlışlarından haberdar edilmemiz gerekir. Öğretim programları daha nitelikli hazırlanabilir. Ders içi etkinliklerde kullanabileceğimiz simülasyon, video vs. içerik hazırlanabilir. Ders kitaplarının ilgili uzmanlar tarafından değerlendirilmesi de önemlidir.

Kütlenin korunumu kanununda öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda daha çok kavram yanlışlarının giderilmesinde öğretim programları temel alınmıştır. Bilgi, uygulama ve akıl yürütme basamakları düzeyinde kazanımlar yazılmalıdır. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrudan sunulmuştur:

Ö1: Kütlenin korunumu kanunu önceki programlarda daha detaylı yer alırken son öğretim programlarında yeterli derecede yer almamaktadır. Bu kavram yanlışlığının temelinde kütle kavramına yönelik bilgi eksikliği vardır. Çünkü kütleyle yeterince iyi öğrenemeyen öğrenciler kütlenin korunumunda da kavram yanlışlığı ortaya çıkmaktadır. TIMSS sınavına göre programların güncellendiği baz alınırsa demek ki bu üniteye yeterli güncelleme mevcut değildir. Bununla birlikte ne zaman öğretim programları güncellenirse hep bilgi boyutu eksik bırakılıp konu öğretmeye çalışıyoruz. Yapılandırmacılığı herhâlde az bilgi vererek yapmaya çalışırken temel bilgiden yoksun öğrenciler ortaya çıkıyor.

Ö2: ... Örneğin bu kavram yanlışlığında da yine kütle kavramına değinmek gerek, çünkü daha önceki konularda kütle kavramının yeterince algılanmadığı, maddelerin ısıtılınca kütlelerinin arttığını ifade eden öğrenciler bu konuda da benzer olarak kimyasal tepkimelerde konularına yönelik kazanımlar bilgi, uygulama ve akıl yürütme basamakları düzeyinde yazılmalıdır. Ders kitapları daha geniş yer vermeli ve tabii öğretmenlerde bu konu hakkında öncelikli olarak bilgilendirilmelidir. Çünkü en önemli faktör aslında öğretmendir. Çünkü öğretim programları bu konuları eksik bıraksa da sınıfta değinip kavram yanlışlığını giderecek içeriğe yer verebiliriz.

Ö3: Birbiri ile oldukça ilişkili kavram yanlışlarını görmekteyiz. Çünkü daha önceki konularda da aslında kimyasal tepkimelerin, fiziksel değişimlerin, maddenin hal değişiminde kütlenin değişimine ilişkin kavram yanlışları birbirleriyle ilişkilidir. Dolayısıyla temelden düzeltmek gerek. Bunun için öğretim programlarında öncelikle konuların birbirleriyle ilişkilendirilmesi ve ortak olarak kullanılan kavramları her konuda ilişkilendirerek vermek gereklidir. Aslında sarmal programın temeli de budur. Öğretim programlarına baktığımızda aynı başlık altında birbirinden kopuk konuların olduğunu görüyoruz. Dolayısıyla öncelikli olarak öğretim programları kavram yanlışlarını giderecek temel bilginin yer aldığı kazanımlar yer almalıdır.

Öğretmenlerden alınan görüşlere göre enerji kavramına öğretim programları ve ders kitaplarında daha detaylı yer verilmelidir. Disiplinler arası alanlarda kavramların birbirinden farklılık gösterdiği özellikle açıklanmalı ve kimya alanında enerji kavramına özellikle yer verilmelidir. Bir diğer ortak görüş ise öğretmenlerin de konuya ilişkin yetersiz bilgiye sahip olmasıdır (Ö1, Ö3, Ö5)

Kendi deneyimlerime göre konuyu tartıştığımızda ben dahil konuyla ilgili uzun uzadıya bilgi sahibi değiliz, dolayısıyla soyut kavramları açıklamada yetersiz kalıyoruz. Soyut kavramları somutlaştırabilmek için derin bilgiye sahip olmak gerekir. Yüzeysel bilgi konunun daha da zorlaşmasına neden oluyor, karışıyor” (Ö5).

Biyoloji Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarının Nedenleri ve Giderilmesi İçin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Öneriler

Biyoloji alanında belirlenen kavram yanılgılarının nedenleri ve giderilmesine ilişkin öğretmen görüşleri doğrultusunda öneriler, Canlıların Sınıflandırılması ve Hücre ve Organeller konularında sırasıyla verilmiştir.

Öğretmenlerden alınan görüşlere göre öğretim programlarında canlıların sınıflandırılması konusunda yeterli kazanıma yer verilmemektedir. Kavram yanılgılarının giderilmesinde ayrıntılı kazanımlara ihtiyaç vardır. Örneğin: Omurgalı canlıların solunum türünü tanımlar; Omurgalı canlıların sınıflandırılmasında solunumlarını ayırt eder, gibi daha net kazanımlar verilmelidir. Bununla birlikte Türkiye Fen öğretim programında Canlılar ve Yaşam öğrenme alanında 5. Sınıf düzeyinde yer verilirken ilerleyen sınıflarda sınıflama ilkelerine yer verilmemektedir. 5. Sınıfta temel düzeyde yer verilirken, ilerleyen sınıflarda ayrıntılı özelliklerine göre sınıflandırmaya ilişkin kazanımlar verilebilir. Örneğin, 5. Sınıfta Canlılar; mikroskobik canlılar, hayvanlar, mantarlar, bitkiler olarak sınıflandırır, kazanımına yer verilirken; 7. Sınıfta: Balıklar, Kurbağalar, Kuşlar, Sürüngenler ve Memelileri birbirinden ayıran temel özellikleri ile tanımlar, şeklinde kazanım verilebilir.

Canlıların sınıflandırılmasına ilişkin öğretmen görüşleri şu şekildedir:

Ö1: Bu konuyla ilgili ders kitaplarında yeterli bilginin olmadığı ve gerekli açıklamaların da yeterli olmadığını gördük. Aslında bu konuyla ilgili öğretmenlerin de eksik bilgileri vardır. Örneğin iki yaşamlı kurbağalar için önce suda sonra karada mı yaşar, ya da aynı anda hem suda hem de karada mı yaşar bu bizim için kavram yanılgısı oluşturmaktadır. Suda yaşayan sürüngenlerin özellikleri ya da diğer canlı sınıfları için detaylı bilgileri bilmeden kitaba bağlı

kaldığımızda öğrencinin eksik ve hatalı bilgileri öğrenmesine neden oluyoruz. Kazanımların bilme boyutunun arttırılması sonra uygulama ve akıl yürütme basamaklarına ilişkin yazılması, ders kitaplarının da bilme boyutunun arttırılması gerekir. Öğrenciye göre hazırlamak amacıyla bilginin kitaplardan eksilmesi kavram yanlışlarının daha da çok artmasına neden olabilir.

Ö3: Belirlenen kavram yanlışlarının nedenleri arasında en önemli faktör öğretim programları, ders kitapları ve öğretmenlerdir. Ders kitaplarında kazanımlar oldukça genel yazılmış hangi konuya değinileceği belli değil. Bu durumda kitap yazarlarda görüldüğü gibi bazılarında solunuma yer vermiş bazı yerlerde yer almamıştır. Öğretim programlarının TIMSS sınavları baz alınarak değiştiği göz önüne alınırsa bu temel bilgilerin kazanımlarda özellikle yer alması ve ders kitaplarında düzenli şekilde yer verilmesi gerekir. Öğretmenlerinde bu konuya dikkat etmesi önemlidir.

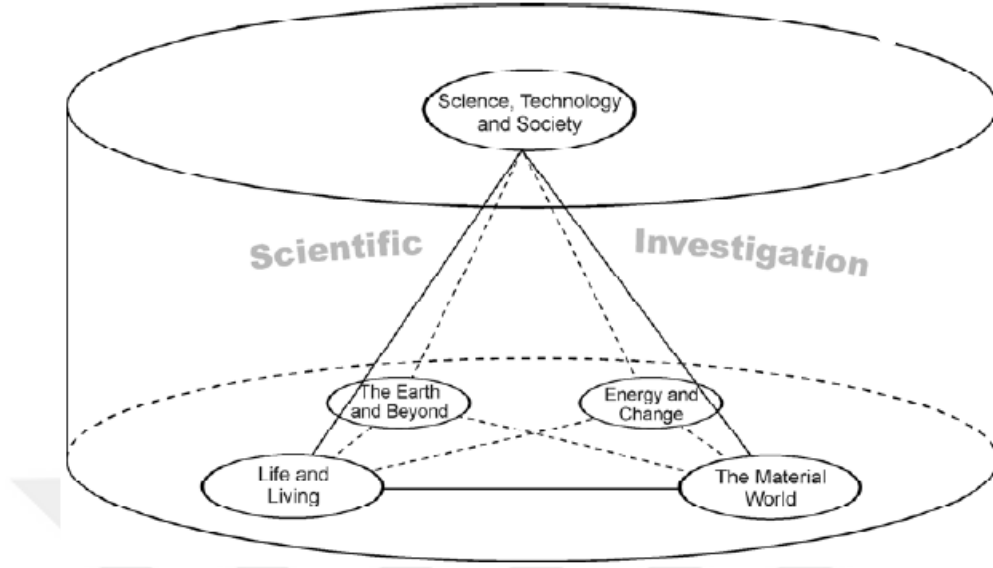
Öğretmenlere göre, kavram yanlışlarının giderilmesi için kazanımların düzenlenmesi gereklidir. Bilme basamağı düzeyinde kazanımlara önem verilmesi ve ders kitaplarında ayrıntılı bilgilerin yer alması öğretmen görüşleri arasındadır. Türkiye Fen Öğretim Programları ayrıntılı kazanımlar halinde hazırlanmakta ve öğretmenlerin haftalık ders saatlerine göre düzenlenmektedir. Öğretmenlerin de kazanım odaklı ders işledikleri göz önünde tutulursa, kazanımlarda yer verilmesi veya öğretmenlerin dikkatini çekecek açıklamalarda bulunulması kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olacaktır.

Sonuç olarak:

Fizik, Kimya ve Biyoloji alanlarında tespit edilen kavram yanlışları her üç alanda da en temel kavramlar üzerinedir. Kütle kavramı, atom ve tanecik kavramları ile ilişkilendirilmeden, hacim ve yoğunluk kavramları ile karşılaşan öğrenci her üç kavramı da soyut, ezbere dayalı öğrenmek durumunda bırakılıyor. Belirlenen kavram yanlışlarından yola çıkarak Türkiye Fen Öğretim programlarında temel kavramlar eksik ve kavramlar arasında ilişki kurulmadan aynı konu başlığı altında farklı alt konular olarak ele alınıyor. Maddenin Tanecikli Yapısı- Madde ve Isı, Kimyasal Tepkimeler, Canlılar ve Enerji konularında, kavramlar arasında ilişki kurulması ve kazanımların da bu doğrultuda oluşturulması önemlidir.

TIMSS bağlamında en başarılı ülkeler arasında yer alan Çin (Hong Kong) Fen Öğretim Programında öğrencilerin okullarda öğrenmesi ve geliştirmesi beklenen öğrenme alanları belirlenmiştir. Bu alanlardan Konu Bilgisi öğrenme alanı için altı adet ‘ipçik’ tanımlanmış ve bu bölümler arasında ilişki kurularak hedef ve kazanımlar oluşturulmuştur. Bu altı ipçik ‘Bilimsel araştırma, Canlılar ve Yaşam, Madde Dünyası,

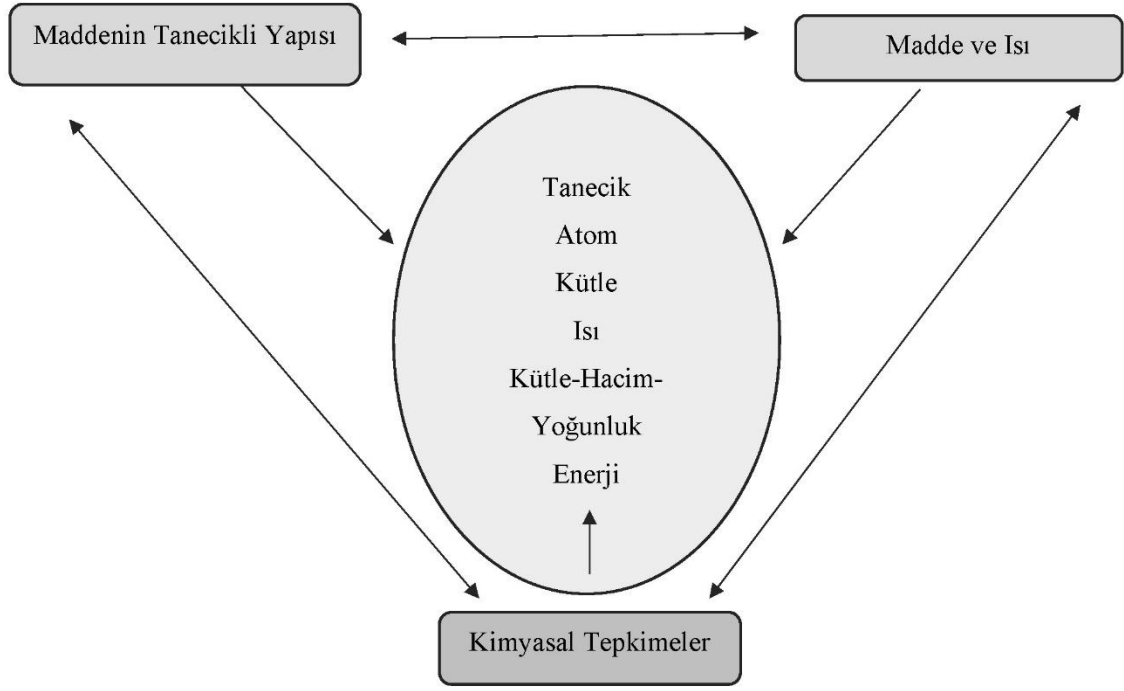
Enerji ve Dönüşüm, Dünya ve Uzay, Bilim, Teknoloji ve Toplum’ arasında bağlantı kurulmuştur. Bu bağlantı Şekil 30’ da gösterilmiştir.



Şekil 40. Hong Kong Fen Öğretim Programı Konu Öğrenme Alanları İlişkisi (Alp, 2015)

Çin (Hong Kong) Fen Öğretim programında Bilimsel Araştırmalar Konu Bilgisi öğrenme alanının genel yapısını oluşturmaktadır. Bilim, Teknoloji ve Toplum, Canlılar ve Yaşam, Madde Dünyası, Dünya ve Uzay, Enerji ve Dönüşüm konuları arasında ilişki kurulmakta ve bu ilişki Konu Alanı Bilgisinin yapısını oluşturmaktadır.

Bu araştırmanın sonucunda Türkiye Fen Öğretim programında Madde, Enerji ve Canlı kavramları arasında ilişki kurulmadan öğretim programlarının hazırlandığı tespit edilmiştir. Türkiye Fen Öğretim programında Canlılar ve Hayat, Madde ve Değişim, Fiziksel Olaylar ve Dünya ve Evren konu alanları temel alınarak öğretim programları hazırlanmaktadır. Aynı konu başlıkları altında yer alan alt konu ve kazanımlar arasında sıkı bir ilişki kurulması ve birbirinin devamı niteliğinde olan kazanımlara yer verilmesi önemlidir. Bu araştırma sonucu temel alınarak belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik Şekil 37’ de kavram ve konular arasında kurulabilecek ilişki oluşturulmuştur.



Şekil 41. Madde Konusunda Konu ve Kavramlar Arası İlişki Önerisi

Sadece bu araştırma sonuçları dikkate alınarak Madde ve Değişim alanında her konu başlığında mutlaka dikkate alınması gereken temel kavramlar belirlenmiştir. Bu kavramlar giderek genişleyen biçimde tanecik, atom, kütle, ısı, kütle-hacim-yoğunluk ve enerji kavramları çerçevesinde oluşturulmuştur. Madde ve Isı ile Maddenin Tanecikli Yapısı üniteleri arasında temel kavramlar bağlamında ilişki kurularak konular genişletilmelidir. Kimyasal Tepkimeler konusu maddenin tanecikli yapısı ve madde ve ısı üniteleri barasında ilişki kurulmalı ve temel kavramlar tekrar vurgulanmalıdır. Kuvvet ve Hareket Konusunda da yine atom, kütle kavramları maddenin tanecikli yapısı bağlamında ele alınmalıdır. Türkiye Fen Öğretim programlarında Şekil 37’ de verilen temel kavramlar üzerinde durulmadığı ve bu bağlamda kavram yanılgıları meydana geldiği araştırma sonucunda tespit edilmiştir. Yine Biyoloji alanında Canlılar Dünyası ve Enerji kavramları arasında da ilişki kurularak öğretim programları tasarlanmalıdır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulguları doğrultusunda ulaşılan sonuçlar incelenmektedir. Ayrıca sonuçlardan yola çıkılarak araştırmacılara, öğretmenlere, öğretim programları ve ders kitapları hazırlayan uzmanlara yönelik önerilere yer verilmektedir.

Sonuçlar

Etkili bir fen öğrenimi önündeki en önemli engellerden biri olan kavram yanlışlarının ve nedenlerinin belirlenmesi bu yanlışların ortadan kaldırılması açısından çok önemlidir. Yapılan araştırmalara göre özellikle Fen Bilimleri dersinde kavram yanlışlığı oldukça fazladır. Kavram yanlışlarının oluşmasında en temel unsurlar arasında öğrenci, öğretmen, öğretim programları ve ders kitapları yer almaktadır. Öğrencilerin çevreden edindikleri bilgileri, kendi yaşamlarına göre oluşturdukları düşünceleri ve kendilerine özgü geçmişleri nedenleriyle farklı kavram yanlışlarına sahiptirler. Öğretmenlerin alana yeterli bilgi ve beceri, konuya yönelik derin bilgiye sahip olmaması ve kavram yanlışlarına önem vermemesi hatta öğretmenlerin de kavram yanlışlarına sahip olması öğrencilerde kavram yanlışlarının devam etmesine ve yeni kavram yanlışlarına neden olması nedeniyle önemlidir. Aynı zamanda öğretim programlarının kavram yanlışlarını giderecek kazanımlara yer vermemesi, öğretmenleri ortaya çıkabilecek kavram yanlışları boyutuyla bilgilendirmemesi, ders kitaplarındaki bilimsel hatalar, yanlış ve eksik bilgilendirmeler, görsel ve şekilsel hatalar kavram yanlışlarına neden olabilmektedir.

TIMSS öğrencilerin başarı puanlarını elde etmenin yanında, değerlendirmeye dahil olan öğrencilere, öğretmenlere, okul idarecilerine birçok anket uygulayarak başarı puanlarının üzerinde etkili olan birçok değişkene yönelik veri tabanı oluşturmaktadır. TIMSS bize şu soruların cevaplarını bulmamıza yardımcı olmaktadır (MEB, 2020):

- Öğrencilerimizin matematik ve fende performansları nedir ve zaman içinde durumumuz nasıl değişiyor?
- Diğer ülkelerle karşılaştırıldığında durumumuz nedir?

- Durumumuzu nasıl geliştirebiliriz?
- Diğer ülkeler başarılarını artırmak için neler yapıyor?

Bununla birlikte TIMSS uygulaması ile öğrencilerin matematik ve fendeki performanslarının yanı sıra eğitim sistemleri, öğretim programları hakkında değerlendirme yapma, diğer ülkelerin öğretim programları ile fendeki performanslarını kıyaslama fırsatı vermektedir. Her bir aşaması oldukça iyi planlanmış uluslararası bir izleme çalışması olduğundan TIMSS araştırması önemli bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Malezya gibi düşük başarıya sahip olan bazı ülkeler öğretim programlarını büyük oranda TIMSS çerçevesinde düzenlemekte iken (Mullis' den akt: Delil, 2022) Türkiye gibi bazı ülkeler de öğretim programlarını kısmen TIMSS çerçevesinde düzenlemektedir.

Bu anlamda mevcut araştırmada TIMSS veri tabanı kullanılarak sekizinci sınıf öğrencilerinin Fen Bilimleri alanında sahip oldukları kavram yanlışları madde boyutunda değerlendirilmiştir. Neidorf vd. (2020) raporu temelinde öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının yıllara göre değişimini belirlemek amacıyla IDB Analyzer programı kullanılarak yapılmış ve bu sonuçlar öğretim programları ve ders kitaplarının değişimi ile paralel olarak değerlendirilmiştir. 2007 ve 2019 yılları arasında Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri alanına yönelik incelenen 335 madde sonrasında, alan yazın taraması ve öğretmen görüşleri yoluyla elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlar ise şu şekildedir:

Maddelerin bulunduğu fiziksel hale göre taneciklerin boyutunun, ağırlığının, fiziksel halinin değiştiği, maddelere dışarıdan yapılan fiziksel değişimler sonucunda taneciklerinin şeklinin değişebileceği, sıvıların bulunduğu kabın şeklini almasından dolayı taneciklerin şeklinin de bulunduğu kaba göre değiştiği çalışmada belirlenen kavram yanlışlarından bazılarıdır. Bu kavram yanlışlarının benzerleri Griffiths ve Preston (1992), Atasoy, Genç, Kadayıfçı ve Akkuş (2007), Özmen, Ayas ve Coştu (2002), Gabel, Samuel ve Hunn(1987), Duran, Ballıel ve Bilgili (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da bulunmuştur.

- Araştırma sonucuna göre öğrencilerde maddenin tanecikli yapısı ünitesinde temel bilgi eksikliğinden kaynaklı kavram yanlışlarının varlığı tespit edilmiştir. İlgili kavram yanlışlarına yönelik ünite ve konularda kazanım sayılarının azaltılması TIMSS başarısını düşürmekle beraber, kavram yanlışlarının da artmasına sebebiyet vermektedir. Kazanımlarda azaltma yoluna gidilecekse hangi kazanımların çıkarılması ve hangi

kazanımların eklenmesi gerektiğine yönelik derin araştırmalar yapılması gerekmektedir. Örneğin öğrenciler 2007 yılında da ısıнын tanecik sayısını, tanecik boyutunu değiştireceği kavram yanlışlığına sahipken, 2019 yılında da aynı şekilde bu kavram yanlışlığını devam ettirmektedir. 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programından beklenenlerin, programdaki değişikliklerin ve uygulama aşamasında sorun teşkil edebilecek yönlerin ortaya konulması programın daha etkili ve yararlı olabilmesi açısından önemlidir (Ayvacı ve Özbek, 2014).

- Sorun teşkil edebilecek yönler ortaya koyulurken öğrencilerin zorlanmasının nedenleri araştırılmalıdır. Bu araştırma sonucunda oldukça basit bilgilerin öğrenciler tarafından anlaşılmadığı ve bu ileriki konularda birçok farklı kavram yanlışlığına neden olduğu araştırma sonuçlarında tespit edilmiştir.
- Maddenin tanecikli yapısı ünitesinde bir maddenin ısı aldığında ya da ısı verdiğiinde tanecik sayısının- tanecik boyutunun değişeceği kavram yanlışlığına sahip bir öğrenci tanecik sayısı ile kütle arasında ilişki kurduğunda kütlelenin de değişeceğini kabul etmektedir. 8. sınıfta kütlelenin korunumu kanununda da benzer şekilde kimyasal tepkimeye giren maddelerin kütlelenin değişeceğini ifade etmiştir. 2019 TIMSS sınavında öğrencilerin %35' i gezegenler arasında farklı nedenlerden dolayı kütlelenin de değişeceğini ifade etmiştir. Aynı zamanda öğrenciler 2019 TIMSS sınavında “bir madde ısıtıldığında tanecik sayısı artar; madde ısıtıldığında tanecik sayısı büyür” kavram yanlışlığına %48,5 oranında sahiptir. Yine “Bir madde ısıtıldığında kütleleni artar/azalır” kavram yanlışlığı öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ile kütle arasında ilişki kuramadığını göstermektedir. Aynı zamanda kütlelenin ısı ile değişeceğini ifade etmektedir. Bir madde ısıtıldığında taneciklerinin artar-azalır/ büyür-küçülür kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler aynı şekilde ısı etkisi ile kütlelenin değişeceği kavram yanlışlığını oluşturabilirler. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin Bilme basamağına ilişkin puanlarının da en düşük olduğu tespit edilmiştir.

2018 öğretim programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarında öğrencilerin, mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmaları, disiplinler arası etkileşimi anlamaları ve öğrendiklerini yaşantısal hale getirmeleri beklenmektedir (MEB,

2018). Bu doğrultuda öğrencilerin problemi fark etmeleri, probleme yönelik çözüm önerileri sunmaları, çözüm önerilerine yönelik araştırma sürecini yürütmeleri ve çözüm önerilerine yönelik tasarım yapabilmeleri için üst düzey düşünme becerilerine sahip olmaları gereklidir. Bu bağlamda ilgili sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- 2019 TIMSS sınavında öğrencilerin %48,6'sı maddelerin ısıtıldığında tanecik sayısının ve tanecik boyutunun değişeceğini ifade etmektedir. Temel bilgi düzeyinde olan bu madde için sadece tanecikler arasındaki boşluğu ifade etmeleri beklenirken öğrencilerin neredeyse yarısı başarısız olmuştur. Bu anlamda öğrencilerin temel bilgi eksikliklerinin farkına varılması bu doğrultuda öğretim programları hazırlanması önemlidir. Özellikle 2013 öğretim programları ile Bilme boyutuna ilişkin kazanımların azaldığını görmekteyiz. Öğrencilerin doğrudan uygulama ve akıl yürütme basamaklarına yöneltilmesi öğretim programlarının daha iyi ve güncel olduğu anlamına gelmemektedir. Temel bilgi düzeyindeki birçok beceriden eksik olan öğrencilerin uygulama ve akıl yürütme basamaklarına ilişkin beceriye sahip olması beklenemez.
- Bir maddenin ısıtıldığında ya da soğutulduğunda taneciklerinde meydana gelen değişim maddenin tanecikli yapısı ve madde ve ısı ünitesinin temelini oluşturmaktadır. Bu doğrultuda 2000 yılından 2018 yılına kadar değişen ve güncellenen öğretim programlarında maddelerin ısı değişimiyle tanecikleri arasındaki boşluk, titreşim sayısı ve hareketleri değişeceği üzerine kazanımlara özellikle 2005 ve sonraki öğretim programlarında detaylı yer verilirken, tanecik sayısı ve tanecik boyutuna ilişkin herhangi bir kazanım veya kazanıma yönelik açıklamaya rastlanmamıştır. 2019 yılında da devam eden bu kavram yanılgısına yönelik alan yazında araştırmalar olmasına rağmen TIMSS bağlamında ortaya çıkarılması da önemlidir. Bununla birlikte öğrencide oldukça soyut olan maddenin tanecikleri konusuna yönelik ders kitaplarında bilimsel yanlışlar ve hatalı görsellerin yer aldığı belirlenmiştir. Henüz değişen ve bu öğretim programına göre hazırlanan ders kitabında da hataların aynı şekilde devam ettiği görülmektedir. Ders kitaplarının mümkün olduğunca hatadan arınık olması kavram öğrenimi ve bilimsel bilginin doğru bir şekilde aktarılması için oldukça önemlidir. Özellikle ders kitaplarında maddenin hal değişimine örnekler verilirken tanecik sayısına dikkat

edilmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda sorun teşkil edebilecek yönler ortaya koyulurken öğrencilerin zorlanmasının nedenleri araştırılmalıdır. Bu araştırma sonucunda oldukça basit bilgilerin öğrenciler tarafından anlaşılmadığı ve bu ileriki konularda da yanlış öğrenmeye ya da öğrencilerin zorlanmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen sonuçlara göre öğrencilerin %70'si suyun donarken kütesinin değişeceği kavram yanlışlığına sahiptir. Öğretim programlarında suyun +4 °C' de kütle, hacim ve yoğunluk ilişkisine ait kazanımlara yer verilmemiştir. TIMSS sınavlarında bu maddede ortaya çıkan kavram yanlışlıklarına rağmen ilgili kazanımlara yer verilmemiştir. 2005 ve 2013 öğretim programlarına göre hazırlanan ders kitaplarında konuya vurgu yapılması önemlidir.

- 2007 yılında tespit edilen kavram yanlışlığı 2019 TIMSS sınavında da ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte özellikle suyun donarken yoğunluk değişimi kazanımlarda yer almamasına rağmen ders kitaplarında yer verilmesi başarının değişmesinde etkili olmamıştır. İstisnai durum olan bu kavram yanlışlığının detaylı açıklanması önemlidir. Özellikle öğrencilerde kütle, hacim ve yoğunluk kavramlarının maddenin tanecikli yapısı ile somutlaştırmalarını sağlamak ve kavramlar arasındaki ilişkilerin çeşitli etkinlikler ile açıklanması önemlidir. Bu anlamda üç kavramın maddenin tanecikli yapısı, madde ve ısı ünitelerinde somut olarak tekrar verilmesi ve birlikte ele alınması ortaya çıkabilecek kavram yanlışlıklarını önlemede oldukça önemlidir. 2007 yılında suyun donarken kütesinin hacim ve yoğunluğa bağlı olarak değiştiğini ifade eden öğrenciler 2015 yılında da aynı şekilde suyun donarken kütle ve hacminin değiştiği bilgisine sahiptir. 2007 ve 2019 yılları arasında maddelerin hal değiştirirken özellikle kütle değişeceği kavram yanlışlığı belirlenmiş ve bu kavram yanlışlığı yıllara göre değişmeden dirençli bir şekilde devam etmiştir. Bununla birlikte ilgili konuda öğretmenlerin de son zamanlarda ders kitaplarından daha çok öğretim programlarına dikkat ettiği görüşü tespit edilmiştir. Öğretmenlerin ders defterlerine kazanım yazmaları gerektiği kuralının daha çok kazanım odaklı ders işlemlerine neden olduğu ve böylece kazanımlardan daha çok haberdar oldukları görüşü önemlidir.

- Fizik alanında Enerji Dönüşümü ve İletimi konusunda belirlenen kavram yanlışlarında öğrencilerin ısı iletimi ve ısı yalıtımı kavramlarında sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir. Alan yazında ısı ve sıcaklık konusunda daha çok ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirinin yerine kullanıldığına yönelik araştırma mevcutken ısı yalıtımı konusunda kazanımların yeterli olmadığı, öğretim programlarında yeterli açıklamalara yer verilmediği ve ders kitaplarında da eksik içeriğe bağlı kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilecek bilgilere yer verildiği tespit edilmiştir. Özellikle ısı yalıtımı konusunda cisimlerin sıcak tutulması üzerinde yoğunlaşırken, cisimlerin soğuk tutulmasının da ısı yalıtımı olduğu vurgusuna yer verilmemiştir. Ders kitaplarında da cisimlerin ısı yalıtımında daha çok maddelerin sıcak tutulmasına yönelik örnekler verilirken, maddelerin soğuk tutulmasına yönelik örneklere çok az rastlanmıştır. Özellikle 2007 ve 2011 TIMSS sınavlarında kavram yanlışına yönelik sonuç değişmemiştir. 2011 TIMSS sınavına katılan öğrenciler 2005 öğretim programı ile yetişmiştir. 2005 Öğretim programının hazırlanmasında 2000 yılı Fen Bilgisi Öğretim Programı'nın değerlendirilmesi istenmiştir. Aynı zamanda gelişmiş ülkelerde yürürlükte olan çok sayıda fen dersi programı incelenerek, uluslararası fen eğitimi literatürü izlenerek ve Türkiye' de değişik yörelerdeki koşul ve olanaklar dikkate alınarak hazırlanmış programdır. Aynı zamanda 2005 öğretim programında 4. ve 5. sınıfta işlenen ünite ve konular, tekrardan ve kavram kopukluklarından kaçınılarak sarmal bir anlayış çerçevesinde ele alınmış ve 6., 7., ve 8. Sınıf programı ile uyumlandırılmıştır (MEB, 2005). Isı yalıtımı konusuna yönelik ünite ve konu 2000 öğretim programında sadece 5. Sınıfta yer alırken, 2005 öğretim programında 5., 6., ve 8. Sınıfta benzer ünite başlıkları altında yer almıştır. Bu doğrultuda öğretim programları ünite ve konu başlıkları çerçevesinde amaçlara uygun olarak hazırlanmıştır. Özellikle 2005 öğretim programında bilme ve akıl yürütme basamağı düzeyinde kazanımlara da yer verilmiş ve kazanım sayısı artmıştır. Fakat TIMSS bağlamında belirlenen kavram yanlışına ilişkin oran değişmemiştir.
- Elektrik ve Manyetizma ünitesine ait bulgulara göre TIMSS bağlamında incelenen maddelerde öğrencilerin zayıflayan akım modeli/paylaşılan akım modeli/paylaşılan devrelerdeki kavşak modeline yönelik kavram

yanılgıları olduğu tespit edilmiştir. Bu kavram yanılgısının temelinde OHM Kanunu konusunda öğrencilerin eksik olduğu ve TIMSS maddeleri bağlamında başarısız olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrenciler, seri ve paralel bağlı ampullerin aynı anda kullanıldığı devrelerde akım değerlerini hesaplamada ve yorumlamada başarısız olmakta ve özellikle pile yakın olan dirençlerden daha çok akım geçeceği kavram yanılgısına sahiptir. 2007 ve 2011 TIMSS sınavında ilgili kavram yanılgısına yönelik oran değişmemiştir. 2000 ve 2005 öğretim programlarının etkililiğinin değerlendirildiği 2007 ve 2011 TIMSS sınavında, 2005 öğretim programının değişmesinin öğrencilerin zayıflayan akım modeli kavram yanılgısının azalmasında etkili olmadığı tespit edilmiştir. Her iki TIMSS maddesinde başarı oranı en yüksek öğrencilerin Bilme basamağına ilişkin puanı da en yüksektir. Bu anlamda Bilme basamağı düzeyinde kazanımların hazırlanması önemlidir. Öğretmen görüşlerine göre 2005 öğretim programında detaylı yer verilen ve derslerde bilimsel anlayış geliştirilmesine olanak tanıyan OHM Kanunu tekrar öğretim programlarında yer almalıdır.

- 2000 öğretim programına yönelik kazanımlar altıncı sınıf düzeyinde uygulama basamağı düzeyindedir. OHM yasasına yönelik kazanımlara 2000 öğretim programında doğrudan yer verilmemiştir.

Kimya Alanında Belirlenen Kavram Yanılgılarına Yönelik Sonuçlar

Kimya bilim dalı daha çok soyut kavramlarla ilgili bilgilerin anlamlandırılmasına katkı sağlayan bilim dalıdır. Doğrudan gözlemleyemediğimiz ve gözümüzde canlandırmak zorunda kaldığımız atom ve atomun yapısı, Democritus' dan Kuantum Teorisi' ne uzanan değişim sürecinde fen bilimlerinin temel konularından biri olarak görülmüştür (Demirci, Yılmaz ve Şahin, 2006). Fen bilimleri öğretim programları incelendiğinde öğrencilerin öğrenmekte en çok zorlandığı konular arasında atom kavramı yer almaktadır. Özellikle ortaokul öğrencilerinin soyut düşünme becerilerinin henüz tam olarak gelişmemiş olması da öğrenmeyi güçleştirmektedir. Atom kavramının ilgili olduğu ve soyut olarak karşımıza çıkan diğer bir konu maddenin tanecikli yapısıdır. Maddenin tanecikli yapısı ünitesi incelendiğinde soyut kavramların oldukça fazla olduğu

söylenbilir (Balım ve Ormanlı, 2012). Fizik alanında belirlenen maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavram yanlışları kimya alanında atom konusunda da ortaya çıkmıştır. Öğrenciler tanecik kelimesini tam olarak anlamamakta ve onu bir maddenin küçük parçaları olarak algılamaktadırlar. Bu da öğrencilerin günlük dildeki kelimelerle bilimsel dildeki kelimelerin farklı anlamlarda olduğunu düşünememelerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin bazı öğrenciler suyun taneciklerinin su damlaları olduğunu düşünmektedirler (Boz, 2006). Maddenin tanecikli yapısı ünitesinde akla ilk gelen atom ve molekül kavramlarıdır. Öğrenciler maddenin tanecikli olduğu bilgisini bir şekilde duymuş olmalarına rağmen, bu kavramı günlük hayata aktarmada güçlük yaşamaktadırlar. Öğrencilerin bu kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları daha sonra kimya alanında diğer konulara engel oluşturmaktadır (Griffiths ve Preston, 1992).

- Öğretim programlarında atom kavramından önce öğrenciler tanecik kavramını öğrenmekte ve daha sonraki sınıflarda atom kavramını öğrenmektedir. Şekil 56’ da maddenin tanecikli yapısı ünitesinde tanecik kavramına yönelik kavram yanlışları “madde ısıtıldığında/soğutulduğunda tanecik sayısının ya da tanecik boyutunun değişeceğine ilişkin kavram yanlışları” madde ve tanecik arasındaki ilişkinin makroskobik seviyede öğrenildiğine işaret etmektedir. Öğrenciler makroskobik seviyede maddenin rengi, şekli, boyutu, sayısı gibi özelliklerini yani gözlemlenebilen özelliklerini öğrenir. Bu anlamda öğrenciler maddenin gözlemlenebilen özelliklerinin değişmesini tanecik boyutunda düşünememektedir. Dolayısıyla öğrenciler bir madde ezildiğinde maddenin atomlarının da ezildiğini düşünmektedir.
- TIMSS 2007 ve 2019 yılları arasında “Bir madde ezilirse atomları ezilir/parçalanır/farklı atom ve moleküllere dönüşür” kavram yanlışlarına ilişkin oranlar değişiklik gösterse de dirençli bir şekilde devam etmiştir. Öğretim programları bağlamında madde üzerinde meydana gelen değişimin atomlar üzerindeki etkisine yönelik herhangi bir kazanıma yer verilmemiştir. Bununla birlikte ders kitaplarında da ilgili kavram yanlışını giderecek herhangi bir içeriğe rastlanmamıştır. Özellikle 2005 öğretim programında atomların hareketi, atomlar arasındaki boşluk ve titreşim sayılarına daha fazla yer verilmiş ve öğrencilerin makroskobik seviyede öğrenmelerine önem verilmiş ve ders kitaplarında ilgili kavramlara yönelik içeriğe fazlasıyla yer verilmiştir.

- 2007 ve 2019 yılları arasında TIMSS sınavında Kimyasal değişimler ünitesinde ortaya çıkan kavram yanlışları kimyasal ve fiziksel olayların anlaşılmadığını göstermektedir. Bu araştırmada TIMSS bağlamında belirlenen kavram yanlışları “Çözünme, maddenin hal değişimi kimyasal değişimdir ve maddelerin eskimesi kimyasal bir olaydır, geri dönüşümü olmayan maddelerde fiziksel değişim olmuştur” kavram yanlışları sırasıyla %25,6, 12,3 ve 26 oranındadır. Benzer şekilde Abraham, Williamson ve Westbrook (1994), öğrencilerin şeker suda çözününce yeni bir kimyasal maddeye dönüştüğünü düşündüklerini tespit etmiştir. Benzer bir sonuç Erdem, Yılmaz ve Gücüm (2004) benzer şekilde tuz, şeker gibi maddelerin suda çözüldüklerinde, öğrencilerin şekerin suyla kimyasal bir tepkimeye girdiğini düşünmüşlerdir.
- Öğretim programlarında fiziksel ve kimyasal değişimlere yönelik ilgili kazanımlar incelenmiş ve kazanım sayılarının bilme ve uygulama düzeyinde olduğu ve en fazla 2005, en az 2018 öğretim programında olduğu tespit edilmiştir. En kapsamlı kazanımlar 2005 öğretim programında bulunurken 2018 öğretim programında kazanımlar sadece 8. sınıf düzeyinde ve fiziksel ve kimyasal değişimler, kimyasal tepkimeler başlığı altında daha basit düzeyde ele alınmıştır. İlgili kavram yanlışları 2007 ve 2015 TIMSS sınavlarında ortaya çıkmış ve 2018 öğretim programı da ilgili kavram yanlışlarını giderecek nitelikte hazırlanmamıştır.
- Ders kitapları bağlamında incelendiğinde soruların hatalı olması, özellikle tanımlar yapılırken “maddelerin geriye döndürülemez oluşu” fiziksel ve kimyasal değişimi ayırt etmede önem görülmüştür. Bu anlamda öğrencilerde birçok kavram yanlışlığının temeli bu açıklama ile atılmış oluyor. Çünkü birçok öğrenci bir madde hal değiştirdiğinde tekrar geriye döndürülemez olarak kabul ediyor. Örneğin cam kırıldığında, kâğıt yırtıldığında tekrar eski haline gelemez olarak kabul etmekte ve bu durumda kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Aynı zamanda 2005 ve 2008 öğretim programlarında fiziksel ve kimyasal değişim kimlik değişimi olarak ifade edilmiştir. Kazanımlara göre hazırlanan ders kitaplarında da fiziksel değişimde maddenin kimlik değiştirmedeği, kimyasal değişimlerde ise maddenin kimlik değiştirdiği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda maddenin

kimliği ile maddenin hangi özelliklerinden bahsedilmekte, maddenin kimliği ile ne demek istenildiği açıklanmamıştır.

- Öğretmen görüşlerine göre fiziksel ve kimyasal değişimlere yönelik daha bilimsel tanımlara yer verilmelidir. Fiziksel ve kimyasal değişimlerin temelinde yine maddenin tanecikli yapısı ünitesi olduğu görüşünde ortak görüş tespit edilmiştir.
- 2007 ve 2015 yılları arasında TIMSS sınavlarında özellikle kütlenin korunumu kanununun anlaşılmadığı ve başarı oranının düşük olduğu ve kütlenin korunumu kanununa yönelik belirlenen kavram yanlışlarının önceki kavram yanlışlarıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Kütlenin kanunu kavramına yönelik:
 - Sıvı içerisine bir madde atılırsa madde genişir ve kütlesi artar.
 - Kimyasal tepkimelerde madde sayısı ve toplam kütle artar.
 - İki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır, olmak üzere üç adet kavram yanlışısı belirlenmiştir.
- Öğrenciler kimyasal tepkimeler sırasında kütlenin korunduğunu bilmemekte, ayrıca kütle kavramına yönelik eksik bilgi, kavram yanlışları kütlenin korunumu kanununda da ortaya çıkmıştır. Tespit edilen kavram yanlışları incelendiğinde doğrudan kütlenin korunumu kanunundan ziyade temel bilgi eksikliğinden kaynaklı kavram yanlışları tespit edilmiştir. Öğrenciler sıvı içerisine bir madde atıldığında maddenin genişeyeceğini ve bu nedenle kütlesinin de artacağını ifade etmiştir.
- Uygulama basamağı düzeyinde 2007 ve 2015 yıllarında iki madde sonucuna göre öğrencilerin başarı oranı %50'nin altındadır. Öğretim programlarında kazanımlar sekizinci sınıf düzeyinde ele alınmıştır. Kütlenin korunumu kanununa yönelik kazanımlar 2000 ve 2005 öğretim programında detaylı olarak yer alırken 2013 ve 2018 öğretim programlarında basit olarak ele alınmıştır.
- TIMSS bağlamında belirlenen kavram yanlışları kütle kavramının yeterince anlaşılmadığını göstermektedir. Kütle kavramını yeterince anlamayan öğrenciler kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğunu açıklayamamaktadır. Öğretim programları ve ders kitapları incelendiğinde

kütle kavramı somut bir kavram olmasına rağmen soyut düzeyde açıklanmıştır. Ders kitaplarında en genel haliyle “Değişmeyen madde miktarı” olarak ele alınmakta ve kütle ile maddenin tanecikli yapısı- atom kavramı birlikte açıklanmamaktadır. Bu doğrultuda kütlelenin korunumu kanunu öğrencilerde soyut olarak kalmaktadır. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda daha çok kavram yanlışlarının giderilmesinde öğretim programları temel alınmıştır. Belirlenen kavram yanlışları iki madde karıştırıldığında toplam kütle artar; kimyasal tepkimelerde toplam kütle artar, iki madde karıştırıldığında madde görünmediği için toplam kütle azalır, şeklindedir. Bu kavram yanlışlarının temelinde kütle kavramına yönelik temel bilginin eksik olması öğretmenlerin ortak görüşüdür.

- İlköğretim ve ortaöğretim programları içerisinde yer alan temel ve önemli kavramlardan birisi “Enerji”dir. Enerji, farklı disiplinler arası bir kavramdır ve fen bilimlerinde birçok kavramla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Enerji pek çok bilim dalı tarafından kullanılan ortak, disiplinler arası bir konu olduğundan hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınmalıdır (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1998; Özmen, Dumanoglu ve Ayas, 2000).
- İlköğretim programlarında, enerji türlerine yönelik kazanımlar sadece ısı, ışık ve elektrik gibi enerji türlerinin canlılarla olan ilişkisi etrafında şekillenmektedir. Bu durum, günlük hayatta edinilen bilgiyle öğretim ortamına gelen ilköğretim öğrencisine uygun olmakta ve bilimsel manada olan eksikliklerini görmesini de engellemektedir. Enerji türlerinin bilimsel manada enerjiyle olan ilişkisinin yeterince belirtilmemesi, öğrencilerin ilköğretim sürecinde enerji türlerine yönelik günlük hayatta edindikleri bilgilerin sınıf ortamında baskın olmasına neden olduğu söylenebilir (Töman, Odabaşı, Çimer, 2011).
- TIMSS bağlamında 2007 ve 2019 yılları arasında incelenen maddelerde öğrencilerin “Enerji” kavramını bilmemekte ve özellikle kimya alanında enerji alan ve enerji veren tepkimeleri ayırt edememektedirler. İncelenen maddeler doğrultusunda öğrenciler özellikle yanma tepkimelerini enerji alan tepkime olarak sınıflamaktadır. Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda öğrenciler suyun kaynamasını enerji ortaya çıkaran

tepkime olarak sınıflamakta ve günlük hayatta kullanım dilini aktarmaktadırlar. Enerji alan ve enerji veren tepkimelere 2000 öğretim programında yer verilirken 2005 öğretim programından sonra yanma ve nitrleşme tepkimeleri altında yer verilmiştir. 2018 öğretim programında ise neredeyse tamamen kaldırılmıştır. Ders kitapları bağlamında incelendiğinde tepkimelerde doğrudan enerji olarak yazılmış ve enerji kavramının altı doldurulmamıştır. Yani enerji kavramının ısı, ışık, gaz çıkışı, patlama vs. olarak açık ve net şekilde yazılması gerekmektedir.

- Kimya alanında belirlenen kavram yanlışlarının temelinde kütle kavramı yer almaktadır. Kütle kavramını somutlaştıramayan öğrenciler buna bağlı olarak yoğunluk kavramını da anlayamamış buna bağlı olarak atom, maddenin tanecikli yapısı ve daha sonra kütlelenin korunumu kanununda da kütle kavramına bağlı olarak kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerden alınan görüşlerde de kütle kavramına yönelik temel bilginin eksik olmasından kaynaklı kavram yanlışları ilgili konularda ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda öğretim programlarında kütle kavramının yeteri düzeyde anlaşılmasına yönelik kazanımlar yer almamaktadır.

Biyoloji Alanına Yönelik Elde Edilen Bulgulara Yönelik Sonuçlar

Fen konuları içerisinde yer alan biyoloji konuları, soyut kavramlar içermesi nedeniyle zaman zaman öğrencilerin algılamasını güçleştirmekte ve alternatif kavramlar oluşturmalarına neden olmaktadır (Gül, Özay-Köse ve Konu, 2014). Bu alanda yapılan çalışmalar öğrencilerin, hücre bölünmeleri, ekoloji, evrim, sindirim sistemi, solunum sistemi, boşaltım sistemi, sinir sistemi ve hormonlar, dolaşım sistemi, enzimler ve genetik konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Çapa, 2000; Yeşilyurt ve Gül, 2012). Yılmaz, Gündüz, Çimen ve Karakaya (2017) yaptıkları araştırmada, MEB yedinci sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan biyoloji konularında bilimsel yanlışlıklar, ifade eksiklikleri ve hatalı soruların olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Yılmaz, Gündüz, Diken ve Çimen (2017), MEB sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan biyoloji konularını bilimsel içerik açısından incelemiş ve bilimsel hatalar tespit etmişlerdir. Ancak, yenilenen öğretim programına göre hazırlanan ve bu yıl yayımlanan fen bilimleri kitaplarında bu hataların yer almaya devam ettiği

görülmektedir. Ders kitaplarının mümkün olduğunca hatadan arınık olması, kavram öğrenimi ve bilimsel bilginin doğru bir şekilde aktarılması için oldukça önemlidir.

Biyoloji alanında Canlıların sınıflandırılması, Hücre ve Organeller konularına yönelik kavram yanlışlarına ilişkin sonuçlar sırasıyla verilmiştir.

- Günümüzde doğal (fiogenetik) sınıflandırma kullanılmaktadır. Bu türden bir sınıflandırma yapılırken canlıların sahip olduğu homolog organlar, köken benzerlikleri ve akrabalık ilişkilerine dikkat edilir. Ayrıca sınıflandırma yapılırken dikkat edilmesi gereken özellikler solunum, boşaltım, üreme sistemi gibi özellikleridir (Özsoy, 2018). Ceylan, Umdü-Topsakal (2019), “Canlı” kavramına yönelik kavram yanlışları araştırmasında solucan, yarası, balina, penguen, yılan, ıstakoz, kaplumbağa hayvanlarının omurgalı, omurgasız, sürüngen, çoğalma şekli gibi özelliklerine yönelik hayvanların sınıflandırılmasında görülen kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla anlam çözümleme tablosu oluşturmuş ve ortaya çıkarılacak ve öğrencilerden beklenen olası yanlışları tespit etmişlerdir. Örneğin balınayı balıklar sınıfında işaretlemesini balınayı denizde yaşadığı ve morfolojik olarak benzediği için balık işaretlemesi; yumurtlayarak çoğalı özelliğinde yarası ve keleşi kuş olarak, balınayı balık olarak tanımladıkları için işaretlemesi, memeliler sınıfında pengueni işaretlemesini görsel ve işitsel medyada gördükleri yavru bakımı olması nedeniyle işaretlemesi olarak anlam çözümlemesine gitmişlerdir.
- Bununla birlikte diğeri maddeler incelendiğinde verilen canlıları sınıflandırmada başarı oranları %30 ve altında görülmüştür. 2019 yılında sorulan ve canlıları memeli ve memeli olmayan iki gruba ayırmaları istenmiş ve başarı oranı %20 olarak tespit edilmiştir. Verilen canlılar arasında “balina” olmasının başarıyı düşürdüğü söylenebilir.
- Alan yazın tarandığında canlıların sınıflandırılmasında büyük oranda belirli canlıların yarası, keleş, balina gibi canlıların sınıflandırılmasında ortaya çıkan kavram yanlışları iken bu araştırmada özellikle canlıların sınıflandırılmasında temel özellik solunum çeşitlerinin bilinmediğidir. Bu durumda öğrenciler canlıları yaşadıkları ortama göre sınıflandırmakta ve dolayısıyla temel bilgiden eksik oldukları için istisnai durumda olan penguen, yarası, balina gibi canlıları da sınıflandırmada başarısız olmaktadır. Öğrenciler canlıların temel özelliklerini iyi bildiği takdirde sınıflamada da başarılı

olacaktır. Aksi takdirde canlıların hangi sınıfta bulunduğunu ezberlemek zorunda kalacaktır.

- Öğretmenlerden alınan görüşler doğrultusunda canlıların yaşadıkları ortamların sınıflandırmada doğrudan etkili olduğu düşünülmektedir. Öğretim programları incelendiğinde canlıların sınıflandırılmasında doğrudan ilgili kazanımlara yer verilmediği ve ders kitaplarının da belirli bir sistemde olmadığı eksik bilgilerin olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda ilgili kavram yanlışlarının ortaya çıkması muhtemeldir. Canlıların sınıflandırılmasında doğrudan hangi canlıların hangi sınıfta yer aldığını doğrudan öğrenciye vermek yerine solunum, dolaşım, boşaltım gibi temel özellikleri verilmeli ve canlıların sahip oldukları özellikler iyi tanımlanıp hangi sınıfta yer alabileceği tartışılmalıdır. Böylece öğrenci hem derin bilgiye sahip olur hem de doğru sınıflama yapabilir. Oysaki çoğunlukla “suda yaşayan canlılar solungaç solunumu yapar” bilgisi sunulduğunda balinalarda solungaç solunumu yapar diyerek bilgiyi genelleymeye gidecektir. Özellikle omurgalı canlıların solunum türleri basit şekilde öğretim programlarında verilmeli ve kazanımlar doğrudan belirtilerek yazılmalıdır. Öğretmenlerden alınan görüşlerde benzerlik göstermektedir. Örneğin “Bu kavram yanlışlarının giderilmesi için öncelikle belirlenen bu kavram yanlışlarının öğretmenler ve ders kitaplarını hazırlayan komisyonlara bildirilmesi gerekir. Kazanımların bilme boyutunun arttırılması sonra uygulama ve akıl yürütme basamaklarına ilişkin yazılması, ders kitaplarının da bilme boyutunun arttırılması gerekir. Öğrenciye göre hazırlamak amacıyla bilginin kitaplardan eksilmesi kavram yanlışlarının daha da çok artmasına neden olabilir; Programlarda bu konulara çok fazla yer verilmiyor”. İncelenen TIMSS maddeleri, öğretim programları, ders kitapları ve öğretmen görüşleri dahilinde canlıların sınıflandırılması konusu detaylı olarak ele alınmalı özellikle balık, kurbağa ve sürüngenlerin özelliklerinin ayırt edilmesi için uygun kazanım ve içeriğe yer verilmelidir.

Hücre ve Organeller Konusuna Yönelik Bulgulara İlişkin Sonuçlar

Biyoloji öğretim programının en önemli konusu olan hücre konusu bireyin kendi organlarını ve diğer sistemlerini öğrenmesi için temel teşkil etmektedir. İlkel veya

gelişmiş tüm canlıların metabolik tüm faaliyetleri ve üremeleri sürecinde hücre kavramı önemlidir.

Hücre ve organeller konusunda 2007 ve 2019 yılları arasında beş madde incelenmiş ve hücrenin temel kısımlarına yönelik kavram yanlışları tespit edilmiştir.

- Öğretmenlerden alınan görüşlere göre hücrenin temel kısımlarının birbirine karıştırıldığı ve öğrencilerin özellikle sitoplazma ve çekirdek kavramlarının görevlerini ayırt edemedikleri ortaya çıkmıştır.
- 2000 yılında günümüze kadar değişen ve gelişen öğretim programlarında dikkat çeken nokta DNA kavramının öğretilmesinde ünite, konu, sınıf bazında değişikliğe gidildiğidir. 2000 ve 2005 öğretim programında ayrıntılı olarak yer verilen hücre, hücre bölünmesi, kalıtım konuları özellikle 2013 öğretim programı ile oldukça basitleştirilmiş ve sadeleştirilmiştir. Kazanım sayısı azaltılarak bilme basamağında kazanımlara yer verilmemiştir. Belirlenen kavram yanlışları biyolojinin en temel kavramları olan hücre kavramında ortaya çıkmıştır. Hücrenin temel kısımları sitoplazma ve çekirdek kavramlarının görevlerinin yeterince anlaşılmadığı ve ders kitaplarında bilimsel tanımdan uzak tanımların yer aldığı görülmektedir. 2019 TIMSS sınavında DNA'nın çekirdekte eşlendiğini doğru cevaplayan öğrenci oranı %47' dir. Bilme basamağı düzeyinde olan bu madde için neredeyse öğrencilerin yarısı başarısız olmuştur.

Yer Bilimleri Alanına Yönelik Bulgulara İlişkin Sonuçlar

- Yer bilimlerinde depremler konusunda başarı oranının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Türkiye başarı puanı en düşük ülkeler arasındadır. TIMSS bağlamında ilgili maddeler ve bu maddelerin ayrıntılı puanlaması yapılmadığı için bu araştırmada kavram yanlışları tespit edilmese de, en çok yanlış yapılan ve değerli görülen konular arasında yer verilmiştir.
- Dünyanın yapısı ve özellikleri ünitesinde incelenen iki maddede öğrencilerin üç boyutlu düşünememe, grafik okuyamama nedeni ile kavram yanlışlarının varlığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin görselde/haritada yukarıda olan yerin daha yüksekte olduğu kavram yanlışlığına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Belirlenen kavram yanlışlarına yönelik kazanımlara öğretim programlarında yer verilmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Öneriler

Bu bölümde araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlar doğrultusunda geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

Bu araştırma TIMSS bağlamında Fen bilimleri alanına yönelik kavram yanlışlarının tespiti ve bu kavram yanlışlarının öğretim programları ve ders kitaplarında nasıl ele alındığını incelemek amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında ilgili kavram yanlışlarının nedenleri ve giderilmesine yönelik öğretmen görüşlerine yer verilmiştir.

- Alan yazında TIMSS sınavı ve kavram yanlışları alanında çalışmalara ayrı ayrı yer verildiği belirlenmiş fakat TIMSS bağlamında kavram yanlışlarına yönelik araştırmalara yer verilmemiştir. TIMSS sınavında oldukça geniş veri tabanı mevcuttur. Bu doğrultuda başarılı ülkelerin başarılı olduğu maddelerden yola çıkarak öğretim programları konu ve üniteler ayrı ayrı değerlendirilebilir. Aynı zamanda yanlış yapılan maddeler değerlendirilebilir ve bu maddelerin ilgili konu ve kazanımları öğretim programları çerçevesiyle ele alınabilir. İlgili maddelere yönelik araştırma başka bir araştırmacı tarafından tekrarlanabilir. Çünkü farklı bakış açısı ve farklı yorumlar alan yazına katkı sağlayacaktır.
- Sonuçlardan yola çıktığımızda özellikle Maddenin tanecikli yapısı konusunda temel kavramlar bağlamında bilgi boyutuna yönelik kazanımların eksik olduğu tespit edilmiştir. Tanecik-atom-kütle-yoğunluk- hacim kavramlarının ilişkisi doğru tespit edilerek uygun kazanımlar hazırlanarak öğretim programı tasarlanabilir. Tasarlanan öğretim programının kavram yanlışlarını nasıl etkilediğine ilişkin araştırma yapılabilir. Aynı şekilde Kimyasal tepkimeler konusunda da kütle bağlamında kavram yanlışları tespit edilmiştir. İlgili kavramlar temel alınarak ilişkili ünitelerde bu kavramların üzerinde daha fazla durulması ve somutlaştırılmasına ilişkin öğretim programları tasarlanabilir ve uygulama süreci değerlendirilebilir.
- Ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla ünite başında uygulama yapılabilir, kavram yanlışları bireylere göre farklılık gösterebileceği için öğretmenler öğrenciye özel değerlendirme yapabilir ve bu

kavram yanlışlarının nedenini sorgulayıp ders içi etkinlikler düzenleyebilir. Araştırma sürecinde öğretmenlerin kavram yanlışlarını tespit etmede veya öğrencilerin yeni kavram yanlışlarına sahip olmasında önemli olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin konulara ilişkin derin bilgiye sahip olması önemlidir. Aynı zamanda öğretmenlerin araştırma konularına ilgi duyması sağlanabilir ve öğretmenlere süreç içerisinde kendilerini geliştirecek, öğretim programlarını düzenlemelerini sağlayacak imkanlar verilmelidir. Her üniteye ortaya çıkabilecek kavram yanlışları hakkında bilgi sahibi olmaları öğretmenlerin ders içi etkinlikleri düzenlemelerinde etkili olacaktır. Bu anlamda öğretim programlarını tasarlayan uzmanlar öğretmenlerin süreç içerisinde aktif olmalarını sağlayan öğretim programı tasarlamalıdır.

- Türkiye Fen Öğretimi programında kazanımlara ilişkin öğretmenlere konu içerisinde verilmemesi gereken bilgiler yazılmıştır. Örneğin: “Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu bilir.” kazanımında “Kimyasal tepkime denklemlerine formüller kullanılarak girilmez.” açıklaması verilmiştir. Bu açıklamaların konu içerisindeki yeri incelenebilir. Verilmemesi planlanan bilginin konudaki önemi veya neden verilmemesi gerektiğine yönelik araştırmalar yapılabilir.
- Dünya genelinde önem verilen ünite ve konular değerlendirmeye tekrar alınarak öğretim programlarımız güncellenmelidir. Örneğin son yıllarda öğretim programlarında içeriğin oldukça sadeleştiğini görmekle birlikte birçok konu, ünite ve kavramların eksik olduğu araştırmada tespit edilmiştir. Örneğin “Canlıların Sınıflandırılması” konusunda öğretim programlarındaki kazanımların oldukça geniş yazıldığı ve ders kitaplarında da birlik olmadığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda öğretim programlarını hazırlayan uzmanların kazanımları yazarken daha spesifik kazanım yazmaları önerilmektedir. Aynı zamanda ders kitaplarını hazırlayan eğitimcilerin de kavram yanlışlarına zemin hazırlayan içerik oluşturdukları tespit edilmiştir. Öğretmenlerin, akademisyenlerin, program geliştirme uzmanlarının kısaca tüm paydaşların ders kitaplarının değerlendirilmesi ve dönütlerin ilgili yayınevlerine iletmesi önemlidir.
- Bu araştırmada belirlenen kavram yanlışlarının temelinde bilgi eksikliği olduğu ve öğretim programlarında fen bilimlerinin temel kavramları üzerinde yeterli kazanımlara yer verilmediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte

uluslararası sınavda önem verilmesine rağmen birçok konunun öğretim programlarımızdan kaldırıldığı (Kütlenin Korunumu, Kimyasal Tepkimelerde Enerji, OHM Kanunu, Deprem) tespit edilmiştir. Bu doğrultuda ilgili konuların önemi ve günümüzdeki-gelecekteki rolü tekrar değerlendirilmeli ve öğretim programlarında tekrar yer verilmelidir.

- Güncellenen öğretim programları öğrenciyi merkeze alınarak hazırlansa da Fen Bilimleri alanında temel kavramlar olan tanecik, atom, kütle, yoğunluk, hücre, enerji, canlıların sınıflandırılması, depremler konularında bilgi boyutunda kazanımlara özellikle yer verilmelidir.
- TIMSS bu araştırmanın önemli bir çıkış noktasını oluşturmaktadır. Alan yazında kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla birçok çalışma mevcut olsa da doğrudan kavram yanlışına ait olmayan maddelerden yola çıkarak kavram yanlışlarını tespit etmek farklı bir bakış açısı olmuştur. Bu çalışmada özellikle Kimya alanında, enerji kavramında kavram yanlışlarının varlığı; Biyoloji alanında canlıların sınıflandırılmasına yönelik birçok çalışma mevcutken sadece hayvanların sınıflandırılması konusunda solunum kavramına ilişkin kavram yanlışlarının tespit edilmesi önemlidir. Bu anlamda ilgili konulara yönelik yeni kavram yanlışları testi hazırlanabilir ve tespit edilen kavram yanlışlarına yönelik derin araştırmalar yapılabilir.
- Türkiye fen bilimleri öğretim programlarında yer alan “Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri ve Doğal afetler konu alanlarında temel oluşturmak” açıklamasına yer verilirken bu ifadeye Çin (Hong Kong), Singapur fen bilimleri öğretim programlarında yer verilmemiştir (Kirişçi, 2022). Buna rağmen Türkiye’ nin doğal afetler konusunda başarısız olması ve Singapur, Hong Kong’ un başarılı olması ilgili konuların farklı alanlarda araştırılmasını gerektirmektedir. Bu ülkelerin doğal afetler konusuna nasıl değindiği ve hangi konu ve ünite başlıkları altında yer verildiği araştırma konusu olabilir.
- Bu çalışmada TIMSS bağlamında doğrudan kavram yanlışsı olarak verilen maddelerin tamamı araştırmaya alınmamıştır. Bu anlamda farklı bir araştırmacı tarafından sadece bu maddeler üzerine araştırma yapılabilir.
- Araştırma sürecinde özellikle grafik okuma ve açık uçlu maddelerde başarı oranının anlamlı oranda düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda TIMSS

sınavında yanlış yapılan maddeler farklı şekilde incelenebilir. Örneğin bilgi, uygulama ve akıl yürütmeye yönelik maddeler ayrı ayrı tekrar değerlendirilebilir ve bu maddelerin öğretim programlarındaki yeri incelenebilir.

- Hong Kong fen öğretim programında madde, enerji ve yaşam üçlüsü çerçevesinde içerik oluşturmuştur. Bu anlamda ilgili öğretim programı incelenebilir ve Türkiye için örnek oluşturacak şekilde öğretim programı tasarlanıp değerlendirilebilir.



KAYNAKLAR

- Abazaoğlu, İ. (2014). *Fen Bilgisi Öğretmen Ve Öğrenci Özelliklerinin Öğrenci Fen Başarısı İle İlişkisi: TIMSS 2011 Verilerine Göre Bir Durum Analizi (Yayımlanmamış Doktora Tezi)*. Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Abazaoğlu, İ. (2016). Öğrencilerin fen başarılarını etkileyen bazı faktörler: TIMSS 2011 verilerine göre öğretmen düzeyinde incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2 (3) , 1-16.
- Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165.
- Adadan, E. (2014). Model-Tabanlı Öğrenme Ortamının Kimya Öğretmen Adaylarının Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını ve Bilimsel Modellerin Doğasını Anlamaları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 378-403.
- Adadan, E., Trundle, K. C. & Irving, K. E. (2010). Exploring grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multirepresentational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 1004-1035.
- Adbo, K. & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
- Akbaba, T. (2004). Cumhuriyet Döneminde Program Geliştirme Çalışmaları. <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/sayi54-55/akbaba.html>
- Akdağ Kılıcı, T. (2019). *Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı Hakkındaki Kavram Yanılgıları* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H. (Eds.) (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi
- Akgunduz, D., Aydeniz, M., Cakmakci, G., Cavas, B., Corlu, S., Ertepinar, H., ... Ozdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi? Akgündüz, D. ve Ertepinar, H. (Editörler), *A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?*. İstanbul Aydın Üniversitesi.

- Akıllı, M. (2015). Regression levels of selected affective factors on science achievement: A structural equation model with TIMSS 2011 data. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 19(1), 1-16.
- Aksoy, G. ve Taşkın, G. (2019). Öğretim Programlarının Değişmesini Etkileyen Faktörlerin, Sosyal Bilgiler ve Fen Bilimleri Dersi Müfredatlarını Etkileme Boyutu. *Milli Eğitim Dergisi*, 48(224), 75-99. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/milliegitim/issue/50252/648739>
- Aktaş, I. (2011). *TIMSS 2007 Verilerine Göre Öğrencilerin Fen Başarısı İle Öğretmenlerinin Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Akyürek, E. ve Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin “Hücre Bölünmesi Ve Kalıtım” Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Anoloji İle Kavramsal Değişim Metinleri Kullanılarak Giderilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 175-793.
- Alp, Z. B., (2015). *Türkiye, Çin (Hon Kong), Japonya ve Güney Kore Fen Eğitim Programlarının Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi. İstanbul, Türkiye.
- Altay, E. ve Balım, A. G. (2021). Maddenin Tanecikli Yapısı İle İlgili Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2) , 576-592. doi: 10.51460/baebd.956631
- Altay, E. ve Balım, Ali Günay (2021). Maddenin Tanecikli Yapısı ile İlgili Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 576-592.
- Altun, S. (2009). Üç Aşamalı Bir Testle Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Basit Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 72-79. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/befdergi/issue/23159/247373>
- Amettler, J., & Pinto, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 285-312.
- Anderson, L. W. (1999). Rethinking Bloom's taxonomy: Implications for testing and assessment. (ERIC Document Reproduction Service No. ED435630, TM 030 228).
- Angell, C. (2004). Exploring Students' Intuitive Ideas Based on Physics Items in TIMSS 1995. In *The 1st IEA international research conference. Lefkosia, Cyprus: international association for the evaluation of educational achievement (IEA)*.
- Anıl, D. (2011). Türkiye'nin PISA 2006 Fen Bilimleri Başarısını Etkileyen Faktörlerin Yapısal Eşitlik Modeli İle İncelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(3), 1253-1266.

- Arı, A. (2013). Bilişsel Alan Sınıflamasında Yenilenmiş Bloom, SOLO, Fink, Dettmer Taksonomileri ve Uluslararası Alanda Tanınma Durumları. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 259-290.
- Armağan Sancar, N. (2010). *İlköğretim Birinci Kademedeki Fen ve Teknoloji Dersi Öğretiminde Kullanılan Örnek Olay Yönteminin Etkililiği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Beykent Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Ashlock, R. B. (2002). *Error patterns in computation: Using error patterns to improve instruction*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Aslan, K. (2001). “Eğitimin Toplumsal Temelleri”, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Mayıs 2001 (5), ss. 16.
- Asomi, N., King, J. & Monk, M. (2000) Tuition and memory: Mental models and cognitive processing in Japanese children’s work on D.C. electrical circuits. *Research in Science and Technological Education*, 18(2), 141-155.
- Atasoy, B., Esra, Genç., Kadayıfçı, H., ve Akkuş, H. (2007). 7. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimler konusunu anlamalarında işbirlikli öğrenmenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 12-21.
- Atar, H. Y., ve Atar, B. (2012). Türk eğitim reformunun öğrencilerin TIMSS 2007 fen başarılarına etkisinin incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2621-2636
- Atar, H. Y. (2014). Öğretmen Niteliklerinin TIMSS 2011 Fen Başarısına Çok Düzeyli Etkileri. *Eğitim ve Bilim*, 39(172), 121-137.
- Ausubel, D. (1968), *Educational Psychology: A Cognitive View*, New York: Holt, Rinehart and Wintson.
- Avcı, B. A. (2018). *Ortaöğretim Kimya 9. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Sonuç Yayınları.
- Ay, M. ve Altın, Ü. (2019). Muhasebe Eğitiminde Kavram Yanılgıları. *Journal of Human Sciences*, 16(4), 938-960.
- Aydın, S., ve Keleş, P. U. İlköğretim Beşinci Sınıf “Canlıları Sınıflandırılma” Ünitesinin Öğretiminde Kullanılan Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 5(2), 133-150.
- Ayas, A. (1995). Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 149-155.
- Ayas, A., ve Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.

- Aydeniz, M. & Kotowski, E.L. (2012). What do middle and high school students know about the particulate nature of matter after instruction? Implications for practice. *School Science and Mathematics*, 112(2), 59-65.
- Aydın M. (2020). Eğitim Sisteminde Uluslararası Değerlendirmelerin Yeri. *Eğitime Bakış*, 16(49), 1-10.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aymen Peker, E. ve Taş, E. (2020). 5. Sınıf Öğrencilerinin “Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım” Ünitesi İle İlgili Kavram Yanılgıları. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 643-670.
- Aypay, A., Erdoğan, M. ve Sözer, M. A. (2007). Variation among schools on classroom practices in science based on TIMSS-1999 in Turkey. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1417-1435.
- Ayvacı, H. Ş., ve Özbek, D. (2014). Fen Bilimleri Dersi 2013 Öğretim Programına Yönelik Öğretmen Görüşleri (Ordu İli Örneği). *Milli Eğitim Dergisi*, 44(204), 214-231.
- Bacanak, A., Küçük, M., Çepni, S. (2004). İlköğretim Öğrencilerinin Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 67-80.
- Baker, D. R., & Piburn, M. D. (1997). *Constructing science in middle and secondary school classrooms*. Allyn and Bacon.
- Baki, A. & Bell, A., 1997, Ortaöğretim Matematik Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası MEGP, Bilkent.
- Ball, D., L. & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: What is-or might be the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform?. *Educational Researcher*, 25(9), 6-8,14.
- Balım, A. ve Ormancı Ü. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin “Maddenin Tanecikli Yapısı” Ünitesine Yönelik Anlama Düzeylerinin Çizim Yoluyla Belirlenmesi ve Farklı Değişkenlere Göre Analizi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4) 255-265.
- Banya Baş, P. (2019). *Fen Öğretmenlerinin Programların Uygulanması İle İlgili Görüşleri: TIMSS 2015'ten Kanıtlar* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye.
- Barker, V. A Longitudinal Study Of 16-18 Year Olds' Understanding Of Basic Chemical Ideas Unpublished D.Phil. Thesis, Department Of Educational Studies, University Of York, (1995).
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.

- Ben-Zvi, R., Eylon, B. S., ve Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable?. *Journal Chemical Education*, 63(1), 64.
- Berber, N. C., Güzel, H. (2017). Finlandiya, Hong Kong, Kore, Singapur ve Türkiye fen öğretim programlarının karşılaştırılması olarak incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (63), 15-37.
- Bıkmaz, F.H. (2001). *İlköğretim 4. ve 5. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilgisi Dersindeki Başarılarını Etkileyen Faktörler* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Bilican, S., Demirtaşlı, R. ve Kilmen, S. (2011). Matematik Dersine İlişkin Türk Öğrencilerin Tutum ve Görüşleri: TIMSS 1999 ve TIMSS 2007 Karşılaştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(3), 1267-1283.
- Bolat, A. ve Karamustafaoğlu, S. (2021). *Kütle ve Ağırlık Kavramlarının Öğretimi: Tahmin-Gözlem-Açıklama*. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 663-687. doi: 10.37669/milliegitim.702128
- Boz, E. (2019). *Ortaokul Öğrencilerinin Temel Coğrafi Kavramları Anlama Düzeyleri Ve Kavram Yanılgıları (Amasya İli Örneği)* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.
- Bozoğlu, M. (2007). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinde Atom Kavramı Hakkında İmaj Oluşturmada Rol Oynama Yönteminin Etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Böyük, E.T. (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programının TEOG ve TIMSS sınavları kapsamında incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi. İstanbul, Türkiye
- Brook, A., Briggs, H. and Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter*. Leeds, UK: Children's Learning in Science Project, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Büyükkaragöz, S. S. ve Çivi, C. (1997). *Genel öğretim metotları*. İstanbul: Öz Eğitim Yayınları
- Büyüköztürk, Ş., Çakan, M., Tan, Ş., ve Atar, H. Y. (2014). TIMSS 2011 Ulusal Matematik ve Fen Raporu 4. Sınıflar. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. Baskı). Ankara: Pegem Yayınları
- Burns, M. (2007). *About teaching mathematics*. New York.

- Case, M.J. & Fraser, D.M. (1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change, *International Journal of Science Education*, 21(12), 1237-1249.
- Caner, S. (2008). *Canlıların Sınıflandırılması Konusunda Bilgisayar Destekli Materyal Geliştirilerek 5E Modeline Uygulanması ve Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkinliği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.
- Canpolat, N. , Pınarbaşı, T. , Bayrakçıken, S. ve Geban, Ö. (2004). Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/issue/6760/90936>
- Caramazza, A., McCloskey, M. ve Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. *Science*, 210, 1139-1141.
- Ceylan, E. (2009). PISA 2006 Sonuçlarına Göre Türkiye’de Fen Okuryazarlığında Düşük ve Yüksek Performans Gösteren Okullar Arasındaki Farklar (ss.55-75) . *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 55-75. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyuefd/issue/13712/166013>
- Ceylan, Ö., & Topsakal, Ü. U. (2021). Özel Yetenekli Ortaokul Öğrencilerinin Astronomiye Yönelik Tutumları/Gifted Secondary School Students' Astronomy Attitudes. *Education & Youth Research*, 1(2), 49-61.
- Ceylan., E., Yıldırım., H., ve Yıldırım., Selda (2021). Akademik Başarının İzinde: TIMSS 2019 Türkiye. <http://ankaraegitimplatformu.org/akademik-basarinin-izinde.pdf>
- Chen, C. C., Lin, H. S., ve Lin, M.L. (2002). Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding-the formation of images by a plane mirror. *Proceedings of the National Science Council*, 12(3), 106-121.
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161-199.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257
- Committee on Undergraduate Science Education. (1996). *Science teaching reconsidered: A handbook by the National Academy Press*. Washington, D.C.
- Coşkun, B. (2021). Öğrenci ve okul özelliklerinin TIMSS 2015 fen ve matematik başarısına etkisi.
- Cox, P.R. ve Parsonage, M. (1999). *Atom ve Molekül* (Feryal Halatçı Çev.), Ankara, Matbaacılık.

- Ceylan, E., & Berberoğlu, G. (2007). Öğrencilerin Fen Başarısını Açıklayan Etmenler: Bir Modelleme Çalışması. *EĞİTİM VE BİLİM*, 32(144), 36-48. <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/821> adresinden erişildi.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson Education, Inc. Page 535
- Crowe A., Dirks C. ve Wenderoth M. P. (2008). Biology in bloom: Implementing bloom's taxonomy to enhance student learning in biology . *CBE Life Sciences Education*, 7, 368-381.
- Çakır, M., & Crawford, B. (2001, January). Prospective biology teachers' understanding of genetics concepts. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Costa Mesa, CA. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED463956.pdf>
- Çavdar, O. , Okumuş, S. ve Doymuş, K. (2013). Fen Eğitimi Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısıyla İlgili Anlamalarının Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(33),69-93. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/19579/209112>
- Çelik, K. ve Çavaş, B. (2012). Canlılarda Üreme Büyüme Ve Gelişme Ünitesinin Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yöntemi İle İşlenmesinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Bilimsel Süreç Becerilerine ve Fen Ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi . *Ege Eğitim Dergisi* , 13 (2) , 49-75 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eggefd/issue/4903/67209>
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., Turgut, F. (1997), Fizik öğretimi. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çepni, S., Ayvacı, H., & Keleş, E. (2000). Okullarda ve lise giriş sınavlarında sorulan fen bilgisi sorularının Bloom taksonomisine göre karşılaştırılması.
- Çepni, S. ve Çil, E. (2009). *Fen ve Teknoloji Programı (Tanıma, Planlama, Uygulama ve SBS'yle İlişkilendirme) 1. ve 2. Kademe Öğretmen El Kitabı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çepni, S. (2016). *PISA ve TIMSS mantığını ve sorularını anlama* (1 b.). Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S., & Ayvacı, H. Ş. (2011). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Ölçme ve Değerlendirme. Çepni, S. Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi, 276-294.
- Çepni, S. (2018). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş. Trabzon: Celepler Maatbaacılık
- Çil, E. ve Çepni, S. (2018). STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme. S. Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde (s. 555-604). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Clement, J. (1993). "Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal With Students' Preconceptions in Physics". *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257

- Değirmenci, U. (2007). İlköğretim 4., 5., 6. Sınıflar Fen ve Teknoloji Dersi Yeni Öğretim Programının Uygulanması İle İlgili Öğretmen Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Delil, H. (2006). *An analysis of geometry problems in 6-8 grades Turkish mathematics textbooks* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Delil, S. (2022). *İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programındaki Kazanımların TIMSS 2019 Çerçevesine Göre Analizi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye.
- Demirbaş, M. (2008). 6. sınıf fen bilgisi ve fen ve teknoloji öğretim programlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi: Öğretim öncesi görüşler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 313-338.
- Demirci, N. ve Çirkinoğlu, A. (2004). Öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma Konularında Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1(2), 116-138.
- Demirci, S., Yılmaz, A. ve Şahin E. (2006). Lise ve Üniversite Öğrencilerinin Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modellerine Genel Bir Bakış. *Journal Of The Turkish Chemical Society*, 1(1), 87-106.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H. (2006). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fiziksel Ve Kimyasal Değişme Kavramlarını Anlama Düzeyleri Ve Yanılgıları. *Milli Eğitim Dergisi*, 170, 260-273.
- Demircioğlu, H., ve Demircioğlu, G. (2005). Lise 1 Öğrencilerinin Öğrendikleri Kimya Kavramlarını Değerlendirmeleri Üzerine Bir Araştırma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 401-414.
- Demirel, Ö. (2000). *Plandan uygulamaya öğretme sanatı*. Ankara: Pegem yayıncılık.
- Demirel, Ö. (2005). Eğitimde program geliştirme: Kuramdan uygulamaya. PegemA Yayıncılık.
- Demirel, Ö. (2008). *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Program Geliştirme*. (11. baskı) Ankara: Pegem Akademi.
- Demirkol, H. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimler konusundaki zihinsel modellerinin ve bilişsel yapılarının belirlenmesi* (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dempster., R., Grussendorff., S., Hannan., S., ve Sekhejane., P. (2022) TIMSS 2019 South African Item Diagnostic Report Science Grade 5. Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84
- Dennick, R. & Joyes, G. (1994) 'New science teachers' subject knowledge', *School Science Review*, 76 (275), 105-109

- Dereli, D. (2019). *Ortaokul Öğrencilerinin Depremle İlgili Kavram Yanılgılarının Araştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Diakidoy, I. A. N., & Iordanou, K. (2003). Preservice teachers' and teachers' conceptions of energy and their ability to predict pupils' level of understanding. *European Journal of Psychology of Education*, 18, 357-368.
- Dikici, A., Türker, H. H., & Özdemir, G. (2010). 5E ÖĞRENME DÖNGÜSÜNÜN ANLAMLI ÖĞRENMEYE ETKİSİNİN İNCELENMESİ. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 39.
- Dikmenli, M. & Çardak O. (2004). A study on misconceptions in the 9th grade high school biology textbooks, *Eurasian Journal of Educational Research*, Issue 17.
- Dindar, H., ve Taneri, A. (2011). MEB'in 1968, 1992, 2000 ve 2004 Yıllarında Geliştirdiği Fen Programlarının Amaç, Kavram ve Etkinlik Yönünden Karşılaştırılması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(2), 363-378.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp. 49–70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2 & 3), 105-225.
- Domenech, J. L., Gil_Perez, D., Gras-Marti, A., Guisasola, J., Martinez-Torregrosa, J., Salinas ve Vilches, A. (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science & Education*, 16(1), 43-64.
- Driver, R. ve Easley, J. (1978). Pupil and paradigms: A review of the literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Dykstra, D.I., Boyle, C.F. ve Monarch, I.A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76(6), 615-652.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school-empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19(2), 59.
- Duran, M., Balliel, B. ve Bilgili, S. (2011, Nisan). Fen Öğretiminde 6. Sınıf Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarını Gidermede Kavram Karikatürlerinin Etkisi. 2nd international Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya-Türkiye.
- Ecevit, T. , Kaptan, F. (2019). "Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Destekli Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğretim Yeterliklerinin Geliştirilmesi" . İlköğretim Online (2019): 2041-2062
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ilkonline/article/639402>

- Efe, S. (2007). *Üç Aşamalı Sorgu Tipi Geliştirilerek İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye.
- Eisen, Y. & Stavy, R.(1988) "Student's Understanding of Photosynthesis". The American Biology Teacher, Vol.50, No.4, p. 208-12.
- Erberber, E., (2010). Analyzing Turkey's data from TIMSS 2007 to investigate regional disparities in eighth grade science achievement. *International Perspectives on Education and Society*. 13, 119-142.
- Erden., M., (2011). *Eğitim Bilimlerine Giriş.*, Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Erdem, E., Yılmaz, A. ve Gücüm, B. (2004). Öğrencilerin Madde Konusunu Anlama Düzeyleri, Kavram Yanılgıları, Fen Bilgisine Karşı Tutumları ve Mantıksal Düşünme Düzeylerinin Araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 74-82. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/60215/874875>
- Erdoğan, Y., (2019). *Türkiye' nin (2018) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı İle Japonya'nın (2008) Fen Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye.
- Erol, N. (2016). *Orta Öğretim Öğrencilerinin Kimyasal ve Fiziksel Değişmelerle İlgili Yanlış Kavramlarının İncelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Balıkesir, Türkiye.
- Erten, H. ve Yıldırım, B. (2010). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Gazlar Konusundaki Kavramları Anlama Düzeyleri İle Kavram Yanılgılarının Tespiti*. 9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu içinde (s.335-340). Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Ertuğrul, Z. (2008). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin harita ve küre kullanım becerilerinin tespiti*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ertürk., S., (1998). *Eğitimde Program Geliştirme* Ankara: Meteksan
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara: METU.
- Eryılmaz, R. (2020). Bilim Ve Sanat Merkezleri Türkçe Dersi Öğretim Programının Yenilenmiş Bloom Taksonomisi Açısından Değerlendirilmesi. *Journal of World of Turks/Zeitschrift für die Welt der Türken*, 12(3).
- Eş, H. ve Sarıkaya, M. (2010). İlköğretim 6.Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi “Yaşamımızdaki Elektrik” Ünitesi Kazanımları ile İlgili Öğretmen Görüşlerinin Değerlendirilmesi. *E-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 6(1), 32-4
- Evrekli, E., İnel D. ve Balım A. G., (2011, Kasım). *Fen Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Kullanımı ve “Madde ve Isı Ünitesine İlişkin Örnekler*. New Trends on Global Education Conference, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.

- Finley, N. F. ve Yarroch W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science concepts. *Science Education*, 66(4), 531-538.
- Fisher, K. (1983) Amino acids and translation: A misconception in biology. In H. Helm & J. Novak (Eds.) *Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics* (pp. 407-419). Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
- Fisher, K. M. (1985). A misconception in biology: Amino acids and translation. *Journal of Research In Science Teaching*, 22(1), 53-62.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of chemical Education*, 64(8), 695.
- Gabel, D.L. and Bunce, D.M. 1994. Research on Problem Solving: Chemistry. In D.L. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, New York, Macmillan, 301-326.
- Gayford, C. G. (1986). Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. *European Journal of Science Education*, 8(4), 443-450.
- Gensler, W. J. (1970). Physical versus chemical change. *Journal of Chemical Education*, 47(2), 154-155.
- Gilbert, J. K., Osborne, T. R. ve Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66, 623-633.
- Gödek, Y., Polat, D., ve Kaya, V. H. (2018). *Fen Bilgisi Öğretiminde Kavram Yanılgıları*. 2. Baskı Ankara: Pegem Akademi.
- Gök, B. ve Sayıcı, E. (2022). İlköğretim Fen Bilimleri öğretim programlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi: Türkiye, Singapur, Estonya örneği. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(2), 871-891.
- Gökulu, A. (2013). Bilgisayar Destekli Öğretimin Etkisinin İncelenmesi Ve Maddenin Tanecikli Yapısı Konusu İle İlgili Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Tespiti. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(5), 571-585.
- Gönen, S. ve Akgün, A. (2005). Bilgi Eksiklikleri ve Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesinde, Çalışma Yaprakları ve Sınıf İçi Tartışma Yönteminin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(13), 99-111.
- Gönültaş, A., (2021). *Türkiye ve Hong Kong Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılmalı olarak İncelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Giresun Üniversitesi., Giresun, Türkiye.
- Greca I. M. ve Moreira M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Greca I. M. ve Moreira M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.

- Griffiths, A. K. ve Preston K. R. (1992). Grade 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Gücüm, B.(1998). *Fen Bilgisi Öğretimi*..Anadolu Üniversitesi yayınları, Eskişehir
- Gül, Ş. ve Özay Köse, E. (2021). Lise Öğrencilerinin Hücre ve Organelleri Konusundaki Temel Kavramlara Yönelik Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 367-390. doi: 10.33418/ataunikkefd.734585
- Günaydın, G. (2010). *6. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye.
- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, T., Dilek, N. Ş., Hoplan, M. ve Güneş, O. (2012). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinde Fotosentez ve Solunum Konusunda Oluşan Kavram Yanılgıları. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(1), 42-47.
- Güneş., B. (2021). *Fizikte Kavram Yanılgıları*. Ankara: Palme Kitabevi.
- Gürbüz, M. Ç. (2016). Uluslararası Sınavların ve Bazı Ülkelerin Merkezi Sınav Sistemlerinin ve Soru Örneklerinin Tanıtımı. S. Çepni (Editör). *PISA ve TIMSS Mantığını ve Sorularını Anlama*. (ss. 45-95). Ankara: Pegem Akademi.
- Gürdal, A., Bayram, H. ve Şahin, F. (1999). *İlköğretim Okullarında Enerji Konusunun Entegrasyon ile Öğretilmesi*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu, Ankara.
- Gürel, Z., & Gürdal, A. (2002). 7-11 Sınıf Öğrencilerinin Yerçekimi Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(3), 42-55.
- Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Hastedt, D., & Sibberns, H. (2005). Differences between multiple choice items and constructed response items in the IEA TIMSS surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2-3), 145-161.

- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1987). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Hart, J., Ohlsen, D., Tagg, R. P., & Weidman, P. D. (2002, November). Stratified Taylor-Couette Flow with Radial Gravity. In *Sixth Microgravity Fluid Physics and Transport Phenomena Conference*, vol. 1 (Vol. 1, pp. 896-918).
- Heller, M. P. ve Finley, N. F. (1992). Variable uses of alternative conceptions, a case study in current electricity. *Journal of Research in Science Education*, 29(3), 259-276.
- Hinrichs, R., & Kleinbach, M. (2002). Energy: Its use and the the environment. New York: Thomson Learning.
- House, J. Daniel. (2008) Effects of classroom instructional strategies and self-beliefs on science achievement of elementary school students in Japan: Results from the TIMSS 2003 assessment. *Education*, 129(2), 259-266.
- İnce, N. ve Çelikler, D. (2021). 7. Sınıf “Maddenin Tanecikli Yapısı” Konusunda Kullanılan Eğitsel Oyunların Öğrencilerin Farkındalıklarına Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 51, 495-519. doi: 10.53444/deubefd.914880
- Jennison, B. M., & Reiss, M. J. (1991). Does anyone know what energy is?. *Journal of Biological Education*, 25(3), 173-176.
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), 375-392.
- Kabapınar, F. (2013). Secondary students' reference to properties of matter to chemical bonds: Is the onus on the ontological mismatch only?. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(3), 235-249.
- Kabapınar, F. M. ve Adik, B. (2005). Ortaöğretim 11. Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel Değişim ve Kimyasal Bağ İlişkisini Anlama Seviyesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(1), 123-147.
- Kabapınar, Y. F. (2003). Kavram Yanılgılarının Ölçülmesinde Kullanılabilecek Bir Ölçeğin Bilgi-Kavrama Düzeyini Ölçmeyi Amaçlayan Ölçekten Farklılıkları . Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi , 35 (35) , 398-417 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuey/issue/10362/126850>
- Kalender, I. ve Berberoğlu, G. (2009). An assessment of factors related to science achievement of Turkish students. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1379-1394.
- Kaptan, F. (1998). *Fen Bilgisi Öğretimi*. MEB Yayınları, Ankara.
- Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. MEB Yayınları, İstanbul.

- Kaptan, F. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanmayla ilgili yeterlikleri üzerine bir inceleme. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 311, 39-47. <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/3577/>
- Kara, S., & Aktürkoğlu, B. (2019). Verbal and Visual Content That May Lead to Misconceptions in Primary School Science Textbooks. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 13(1).
- Karaca, G., & Gökten, S.Ö. (2007). *Ortaöğretim Kimya 10 Ders Kitabı*. Ankara: Paşa Yayıncılık.
- Karadağ, E. , Deniz, S. , Korkmaz, T. & Deniz, G. (2008). Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı: Sınıf Öğretmenleri Görüşleri Kapsamında Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 383-402. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uefad/issue/16688/173423>
- Karamustafaoğlu, O., ve Sontay, G. (2012). *Bir TIMSS Sınavının Ardından: TIMSS 2011'e Katılan Öğrenci ve Uygulayıcı Öğretmenlerin Görüşleri*. UFBMEK-10 (ss.1-11). Niğde Üniversitesi.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karatay, R., Timur, S. ve Timur, B. (2013). 2005 ve 2013 yılı Fen Dersi Öğretim Programlarının Karşılaştırılması. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (15), 233-264
- Karip, E. ve Sunar, S. (2021). Türkiye'nin TIMSS 2019 performansı üzerine değerlendirme ve öneriler. TEDMEM.
- Kaya, A. (2018). Ortaöğretim Öğrencilerinin Atom Kavramını Anlama Seviyelerinin Tespiti. *MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 1-9.
- Kaya, F. (2010). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Bilgisayar Destekli Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
- Kayacan, K. (2022). *2005 Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ile 2013 ve 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Kazanımlar Açısından Yenilenmiş Bloom ve Solo Taksonomilerine Göre İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye.
- Keleş., E., ve Çepni., S., (2006). Beyin ve Öğrenme (Vol. 3). Vol. 3. The Journal of Turkish Science Education.
- Kenan, O. ve Özmen, H. (2014). Maddenin Tanecikli Yapısına Yönelik İki Aşamalı Çoktan Seçmeli Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması. *Journal of Research in Education and Teaching*, 3(3), 371-378.
- Kılıcı, T. A. (2019). *Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı Hakkındaki Kavram Yanılgıları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.

- Kılıç, A. ve Seven, S. (2002). Konu alanı ders kitabı incelemesi. Ankara, Pegem A Yayıncılık.
- Kıngır, S. ve Geban, Ö. (2014). 10. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Değişim Konusundaki Kavramları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11, 43-62
- Kınık Topalsan., A., (2015). Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik Açidan İncelenmesi ve Bulunan Yanılgıların Oluşturulan Argüman Ortamları İle Giderilmesi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Kırbaşlar, F. G. ve İnce, E. (2010). İlköğretim ve Orta Öğretim Ders Kitaplarında Atom Kavramı ve Konularının İncelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 40(188), 251-273. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/milliegitim/issue/36196/407014>
- Kırıkkaya, E. B. (2009). İlköğretim Okullarındaki Fen Öğretmenlerinin Fen Ve Teknoloji Programına İlişkin Görüşleri, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6 (1), 133-148.
- Kızıldağ, G., Dursun, M.F., Ertürk, A.T., & Karahan, A. (2007). Ortaöğretim Kimya 11, MEB. Yayınları, İstanbul: Nesil Matbaacılık.
- Kind, V. (2004). *Beyond apperances: Students' misconceptions about basic chemical ideas* (2nd edition). Durham: Royal Society of Chemistry.
- Kiremit, Ö. H., ve Gökler İ. (2010). Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin biyoloji öğretimi ile ilgili özyeterlik inançlarının karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 41-54.
- Kirişçi., M., (2022). *Türkiye, Çin (Hong Kong) ve Singapur Fen Bilimleri Öğretim Programlarının Pedagojik Alan Bilgisi Bileşenleri Bağlamında İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, Türkiye.
- Kirman Bilgin, A. ve Turan Bektaş, B. (2018). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Su Bağlamı Üzerine Düşüncelerinin Tespit Edilmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(2),35-55. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/omuefd/issue/40321/370679>
- Koç, Y. ve Sönmez, E. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Hücre Organelleri Konusundaki Kavramsal Anlama Düzeyleri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 338-351. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joiss/issue/47398/598236>
- Kokkotas, P., Vlachos, I. ve Koulaidis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291-303.
- Konuk, M., ve Kılıç, S. (1999). Fen Bilimleri Öğrencilerinde Bitki ve Hayvanlardaki Enerji Kaynağı Konusundaki Kavram Yanılgıları. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Ankara.
- Koray, Ö. & Tatar, N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık ile ilgili kavram yanılgıları ve bu yanılgıların 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerine göre dağılımı.

- Köse, S., Bağ, S., Sürücü, A., & Uçak, E. (2006). The opinions of prospective teachers' about energy sources for living organisms. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 141-152.
- Köse, N. (2015). Ergenlerde Akran İlişkilerinin Mutluluk Düzeyine Etkisi . *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 2 (4) , 1-6. Erişim adresi: . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/inujgse/issue/27438/285939>
- Kubat, U. (2016). Fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları ölçme değerlendirme araçlarının değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(37), 449-460.
- Kumalar, Y. Z. (2018). 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğrenci Başarılarının TIMSS Temelli Sorular Işığında Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi; Uşak İl Merkezi Örneği (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.
- Kurt, H. (2013). Determining biology teacher candidates' conceptual structures about energy and attitudes towards energy. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 680-639.
- Kuru, İ. ve Güneş, B. (2005). Lise 2. sınıf öğrencilerinin kuvvet konusundaki kavram yanılgıları. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 1-17.
- Küçük, M. (2005). Farklı Öğrenim Seviyelerindeki Öğrencilerin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yerçekimi Kuvveti Hakkında Sahip Oldukları Kavramların İncelenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 32-45.
- Küçükyılmaz, E. A., & Güven, M. Ortaokullar İçin Güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına Yönelik Öğretmen Görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (25), 31-56.
- Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *African Journal of Chemical Education*, 3(1), 39-59.
- Lewis, J. ve Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance do students see any relationship. *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Lijnse, P. (1990). Energy between the Life-World of Pupils and the World of Physics. *Science Education*, 74(5), 571-83.
- Lin, C. Y., & Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *Int. J. Sci. Educ.*, 25(12), 1529-1544.
- Linder, C. J. (1992). Understanding sound: So what is the problem?. *Physics Education*, 27(5), 258-264.

- Linder, C. J. ve Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11, 491-501.
- Mann, M. ve Treagust, D. F. (1998). A Pencil And Paper Instrument To Diagnose Students' Conceptions Of Breathing, Gas Exchange And Respiration. *Australian Science Teachers Journal*. 44. 55-60
- Maraş M.ve Akman Y. (2009). Hücre Biyolojisi Konusunda Öğrencilerin Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. *Milli Eğitim*, 38(181), 146-151.
- Marek, E.A., Cowan, C.C. & Cavallo, A.M.L.(1994). Students Misconceptions About Difusion: How can they be eliminated, *The American Biology Teacher*, Vol. 56:74- 77.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gregory, K. D., Hoyle, C. ve Shen, C. (2000). *Effective schools in science and mathematics. IEA's third international mathematics and science study*. IEA: Chestnut Hill, MA, USA.
- Mayer, R. E. (2003). Learning and instruction. New Jersey: Merrill Prentice Hall
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner, & A. L. Stevens (Eds.),
- McDermott, L. C. (1993). How we teach and how students' learn-A mismatch? *American Journal of Physics*, 61(4), 295-298
- Mental models (pp. 299-324). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2000). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2005). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2005a). *8. Sınıf Fen Bilgisi Ders Kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2006). *İlköğretim Fen ve Teknoloji 6. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Devlet Kitapları (1. Baskı).
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2008). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2009). *İlköğretim Fen ve Teknoloji 8. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Devlet Kitapları (2. Baskı).
- Milli Eğitim Bakanlığı (2010). *İlköğretim 5. Sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitabı*. Ankara: Devlet Kitapları (1. Baskı).
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.

- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013a). *Ortaokul Fen Bilimleri 5. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Devlet Kitapları (2. Baskı).
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2017). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018a). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 5. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018b). *MEB 2023 vizyon belgesi*. Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı. Erişim adresi: http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, (2019). *Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2019). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi (3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2020). *MEB 2023 vizyon belgesi*. Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı. Erişim adresi: http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, (2019). *Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Merino, M. J. (1998). Some difficulties in teaching the properties of sounds. *Physics Education*, 33(2), 101-104.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. (S. Turan, Çev.) Ankara: Nobel.
- Meşeci, B., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin Tanecikli Yapısıyla İlgili Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 20-40. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/diclesosbed/issue/61616/920133>
- Mete, P. (2020). Sınıf Öğretmen Adaylarının Buzun Erimesi, Yoğunluk ve Gazların Sudaki Çözünürlüğü Kavramlarına İlişkin Alternatif Yapılarının Belirlenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(2), 121–142.
- Mohammadpour, E. (2012). A multilevel study on trends in Malaysian secondary school students' science achievement and associated school and student predictors. *Science Education*, 96(6), 1013-1046.

- Mohammadpour, E. & Abdul Ghafar, M. N. (2014). Mathematics achievement as a function of within-and between-school differences. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(2), 189-221.
- Molecular Operating Environment (MOE) (2014) Montreal, Quebec, Canada: Chemical Computing Group Inc. <https://www.chemcomp.com>
- Motalebi Moghaddam, A. , Maghsoudi, M. & Madani, D. (2015). The Difference between the EGP Texts and ESP Texts in Terms of Readability . Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi , 36 (3) , 888-897 . Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cumuscij/issue/45132/564380>
- Mullis, I., Martin, M., Ruddock, G., O'Sullivan, C., & Preuschof, C. (2009). TIMSS 2011 assessment frameworks. The Netherlands: International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Nakhleh, M. B. (1992) Why Some Students Don't Learn Chemistry?. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A., & Saglam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(5), 581-612.
- National Research Council (2005). Facilitating Interdisciplinary Research, Washington, DC: National Academy of Sciences. www.nap.edu/catalog/11153.html
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y., & Mai, T. (2020). Student Misconceptions and Errors in Physics and Mathematics: Exploring Data from TIMSS and TIMSS Advanced. IEA Research for Education. Volume 9. *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*.
- Nergiz, H. (2022). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Madde Kavramı İle İlgili Bilişsel Yapılarının Kelime İlişkilendirme Testi, Çizme–Yazma Tekniği Ve Kavram Haritaları İle Belirlenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, Türkiye.
- Neuman, W. L. (2007). *Toplumsal Araştırma Yöntemleri Nitel ve Nicel Yaklaşımlar (Cilt II)*. (S. Özge, Çev.) İstanbul: Yayınodası.
- Neuschmidt, O., Barth, J. & Hastedt, D. (2008). Trends in gender differences in mathematics and science (TIMSS 1995–2003). *Studies in Educational Evaluation*, 34(2), 56-72.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconception. *International Journal of Science Education*, 23, 707-730.

- Novak, J. & Gowin, D.B. (1984). Learning how to Learn. (Cambridge: Cambridge University Press).
- Ocak, G. (2016). 21. yüzyılda eğitimde yeni yönelimler (K. Keskinlik, Editör). *Eğitim Bilimine Giriş* (ss. 361-387). Ankara: Pegem Akademi
- Ogborn, J. (1990). Energy, change, difference and danger. *School Science Review*, 72 (259), 81-85
- Osborne, R.J. & Gilbert, J.A. (1981), A Method for Investigation of Concept Understanding in Science. *European Journal of Science Education*, 20(9), 825-838.
- Osborne, R. J. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technological Education*, 1, 73-82.
- Osborne, J. F., Black, P., Meadows, J. & Smith, M., (1993), *International Journal of Science Education*, vol. 15, no: 1, pp. 83.
- Othman, J., Treagust, D. & Chandrasegaran, A. L. (2007). An Investigation into the relationship between student's conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 1, 1-20.
- Önal, H. ve Aydın, O. (2018). İlkokul Matematik Dersinde Kavram Yanılgıları ve Hata Örnekleri. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 1-9. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ekud/issue/38280/442698>
- Önal, S. İ. (2015). *TIMSS 2011 cross country comparisons: Relationship between student-and teacher-level factors and 8th grade students' science achievement and attitude toward science* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Özalp, D. ve Kahveci, A. (2011). Maddenin Tanecikli Yapısı İle İlgili İki Aşamalı Tanılayıcı Soruların Ontoloji Temelinde Geliştirilmesi. *Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 40(91), 135-156.
- Özcan, H., & Söylemez, M. S. (2006). Thermal balance of a LPG fuelled, four stroke SI engine with water addition. *Energy conversion and management*, 47(5), 570-581.
- Özdemir, G. ve Çalışkan, İ. (2018). Ortaokul 5. ve 6. Sınıf Öğrencilerinin "Omurgalı ve Omurgasız Hayvanların Sınıflandırılması" Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları. *İlköğretim Online*, 17(2), 658-674.
- Özenoğlu Kiremit, H ve Gökler, İ. (2010). Fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin biyoloji öğretimi ile ilgili öz-yeterlik inançlarının karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 41-54.
- Özer, T. (2015). *Ortaöğretim 11. Sınıf Öğrencilerinin Manyetizma Ünitesinde Geçen Kavramlara İlişkin Kavramsal Anlamalarının Değerlendirilmesinde Farklı Ölçme Araçlarının Etkililiği Üzerine Bir Çalışma* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.

- Özer, F. (2022). Singapur’ da Fen Eğitimi. G. Mesci ve E. Erdaş Kartal (Editörler), *Çeşitli Ülkelerde Fen Eğitimi*. (ss27-49). Ankara: Nobel
- Özgür, S. ve Bostan, A. (2007). Atom Kavramının Epistemolojik Analizi ve Öğrencilerin Konu İle İlgili Kavram Yanılgılarının Karşılaştırılması, *E-Journal Of New World Sciences Academy Natural And Applied Sciences*, 2(3), 214-231.
- Özkan, U. B. (2018). TIMSS-2015 Sonuçlarının Evde Bulunan Eğitimsel Kaynaklar Açısından Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi . *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1),98-120 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/37607/341823>
- Özmen, H., Dumanoglu, F. ve Ayas, A. (2000). *Ortaöğretimde Enerji Kavramının Öğretimi ve Enerji Eğitimi*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Özsoy, F. (2018). *Açık Öğretim Lisesi Biyoloji 2 Ders Kitabı*. Ankara MEB.
- Öztuna Kaplan, A. ve Boyacıoğlu, N. (2013). Çocuk Karikatürlerinde Maddenin Tanecikli Yapısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 156-175.
- Öztürk, D. ve Uçar, Y. D. (2010). Timss Verileri Kullanılarak Tayvan Ve Türkiye’deki 8 Sınıf Öğrencilerinin Fen Başarısına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması . *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 19 (3) , 241-256 . Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cusosbil/issue/4385/60225>
- Papadouris, N., Constantinou, C. P., & Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical systems. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(4), 444-469.
- Palmer, B. & Treagust, D. F. (1996). Physical and chemical change in textbooks: An initial view. *Research in Science Education*, 26(1), 129-140.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation* (No. 4). Sage.
- Peduk, B. ve Ateş, Ö. (2019). Analysis of the Science Course Curriculum Objectives and High School Entrance Examination Questions According to TIMSS Framework. *International Journal of Educational Methodology*, 5(3), 433- 449.
- Pektaş, M., (2010). *Uluslararası Matematik ve Fen Bilimleri Eğilimleri Çalışması (TIMSS 2007) Türkiye Örneğinde Fen Bilimleri Başarısını Etkileyen Bazı Değişkenlerin İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Pereira, M. P. & Pestana, M. E. M. (1991). Pupils’ representations of models of water. *International Journal of Science Education*, 13(3), 313-319.

- Peşman, H., ve Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Peterson, R.; Treagust, D. & Garnett, P. (1986). Identification of Secondary Students' Misconceptions of Covalent Bonding and the Structure Concepts Using a Diagnostic Instrument. *Research in Science Education*. 16, 40-48.
- Philipp, S.B., Johnson, D.K. & Yezierski, E.J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education: Research and Practice*, 15, 777-786.
- Polat, M. (2019). *TIMSS 2015 Matematik ve Fen Duyuşsal Özellik Modellerinin Kültürlere, Cinsiyete ve Bölgelere Göre Ölçme Değişmezliğinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Ross, K., "There is No Energy in Food and Fuels-But They Do Have Fuel Value", *School Science Review* 75 (221), 39-47, (1993).
- Rowell, A. J., Dawson, C. J. & Harry, L. (1990). Changing Misconceptions: a challenge to science education. *International Journal Science Education*. 12, 2, 167-175.
- Ryan, J. ve Williams, J. (2007). *Children's mathematics 4-15: Learning from errors and misconceptions*. MC Graw Hill, Open University Press.
- Saban, Y., Aydoğdu, B., ve Elmas, R. (2015). 2005 ve 2013 Fen Bilgisi Öğretim Programlarının 4. ve 5. Sınıf Düzeylerinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(32), 62-85.
- Sağdıç, D., Bulut, Ö., Korkmaz, S., Börü, S., Öztürk, E., ve Cavak, Ş. (2007). *Ortaöğretim 10. Sınıf Biyoloji*. (2. Baskı), Ankara: MEB. Yayınları.
- Sarı, A. ve Bayram, H. (2018). Ontoloji temelinde kavram yanılgılarının belirlenmesi: Maddenin yapısı ve özellikleri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(70), 225- 246.
- Sarıkaya, M. ve Ergün, A. (2014). İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Atom ve Moleküllerin Şekli Üzerine Bazı Fiziksel Etkenlerin Etkisini Anlamalarının Araştırılması. *Turkish Journal of Education*, 3(3), 56-73.
- Sarıkaya, S. ve Akbaş, A. (2020). Ortaokul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Giderilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(38), 31-40. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/59347/674739>
- Say, F.S., (2011). *Kavram Karikatürlerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Maddenin Yapısı ve Özellikleri Konusunu Öğrenmelerine Etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Saydam, Ö. E., (2013). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Maddenin Tanecikli Yapısı Konusu İle İlgili Kavram*

- Yanılgıları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye.
- Senemoğlu, N. (2001). *Kuramdan Uygulamaya Gelişim ve Öğrenme*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Sezer, A. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Sınav Soruları ve Merkezi Sınav Sorularının Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, TIMSS ve Pisa Açısından Analizi (Kırıkkale İli Örneği)* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, Türkiye.
- Shepardson, D.P. & Moje, E.B. (1994). The impact of a science demonstration on children's understanding of air pressure. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (3), 243- 258.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Solomon, J. (1983). Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out of school ideas about energy. *School Science Review*, 65(231), 225-229.
- Solomon, J. (1985). Teaching the Conservation of Energy, *Physics Education*, 20, 165-170.
- SONER, N., (2006). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisans Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgıları*. (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye.
- Sontay, G. ve Karamustafaoğlu, O. (2018). 'Sıvı Basıncı' Konusunda Basit Araç Gereçlerle Yapılan Bir Deney Etkinliğine İlişkin Öğretmen Görüşleri. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 220-246 Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/etad/issue/37928/364637>
- Sökmen, N. ve Bayram, H. (1999). Lise 1. sınıf öğrencilerinin temel kimya kavramlarını anlama düzeyleriyle mantıksal düşünme yetenekleri arasındaki ilişki. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16-17, 89-94.
- Sönmez, V. (2001). *Program Geliştirmede Öğretmen El Kitabı* (9. Baskı) Ankara: Anı Yayıncılık.
- Sönmez, V., ve Alacapınar, F. (2020). *Örnekleriyle Eğitimde Program Değerlendirme (1 B.)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Stepans, J. (2003). *Targeting students' science misconceptions: Physical science concepts using the conceptual change model*. Tampa, FL: Showboard.
- Stylianidou, F., Ormerod, F., & Ogborn, J. (2002). Analysis of Science Textbook Pictures about Energy and Pupils' Readings of Them. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 257-283.

- Suna H.E., Şensoy S., Parlak B., ve Özdemir E. (2020). TIMSS 2019 Türkiye ön raporu. Erişim adresi https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_12/10175514_TIMSS_2019_Turkiy_On_Raporu_.pdf
- Şahan, B.Y. ve Tekin, L. (2007). Ortaöğretim 10. Sınıf Fizik Ders Kitabı. İzmir: Zambak Yayınları.
- Şahin, T. Y. ve Yıldırım, S. (1999). Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme. Anı Yayıncılık. Ankara.
- Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2012). 5E Öğretim Modeline Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Gaz Basıncı ile İlgili Kavramsal Anlamalarına Etkisi . Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi , 6 (1) , 220-264 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/balikesirnef/issue/3374/46573>
- Şahin, F. (2014). *Ortaöğretim Kurumlarında Örgütsel Öğrenmeyi Destekleyici Ve Engelleyici Faktörler*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Şimşek Turfan, M. (2019). *Ortaokul Fen Bilimleri Derslerinde ve TIMSS Sınavında Sorulan Fen Bilimleri Sorularının Karşılaştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan, Türkiye.
- Şimşek, D., Yurtcan, M. T. ve Oktay, Ö. (2019). Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Kuvvet Ve Hareket Konularındaki Kavram Yanılgıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 195-214.
- Şişman, M., Acat, M. B., Aypay, A. ve Karadağ, E. (2011). TIMSS 2007 Ulusal Matematik Fen Raporu: 8. sınıflar. Ankara: EARGED Yayınları.
- Tamir, P. (1971). An alternative Approach to the Construction of Multiple Choices Test Items, *Journal of Biological Education*, 5, 223-235.
- Taş, E., Köse, S. ve Çepni, S. (2006). Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalinin Fotosentez Konusunu Anlamaya Etkisi. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 163-171.
- Taşdemir, A. ve Demirbaş, M. (2010). İlköğretim Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersinde Gördükleri Konulardaki Kavramları Günlük Yaşamla İlişkilendirebilme Düzeyleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 124-148.
- Taşkın, T. (2022). Fizik Eğitiminde Kavram Yanılgıları Konusunda Yapılmış Lisansüstü Çalışmaların İncelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(2), 805-820.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.

- Tekkaya, C., Çapa, C., ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140 – 147.
- Temel, S. (2021). Fiziksel ve Kimyasal Değişme: Keskin Sınırlarla Ayrılabilir Mi?. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(229), 545-566.
- Temizyürek, K. (2003). *Fen Öğretimi ve Uygulamaları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tezcan, H. ve Salmaz, Ç. (2005). Atomun Yapısının Kavratılmasında ve Yanlış Kavramların Giderilmesinde Bütünleştirici ve Geleneksel Öğretim Yöntemlerinin Etkileri . *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 25 (1) , 41-54 . Erişim Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/issue/6757/90866>
- TIMSS (2019). *T19-Assesment-Frameworks-Chapter-2*. <https://www.iea.nl/data-tools/repository/timss> adresinden indirilmiştir.
- TIMSS (2019). “TIMSS 1999 Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Bilgisi Çalışmaları Ulusal Rapor”, Milli Eğitim Bakanlığı, EARGED.
- Topalsan Kınık, A. (2015). *Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik Açidan İncelenmesi ve Bulunan Yanılgıların Oluşturulan Argüman Ortamları ile Giderilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Topçu, M. S., Arıkan, S. ve Erbilgin, E. (2015). Turkish students’ science performance and related factors in PISA 2006 and 2009. *The Australian Educational Researcher*, 42(1), 117-132.
- Toraman, S. ve Alıcı, B. (2013). Fen Ve Teknoloji Öğretmenlerinin Yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına İlişkin Görüşleri . *EKEV Akademi Dergisi* , 0 (56) , 11-22 . Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sosekev/issue/71255/1141953>
- Töman, U. ve Çimer, S. O. (2011). Enerji Kavramının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1),31-43. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/befdergi/issue/23152/247299>
- Töman, U., Çimer, S. O. ve Çimer, A. (2015). Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavramlarının Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumlarının Araştırılması. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(03), 15-30.
- Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students’ misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159-169.
- Trefil, J., & Hazen, R.M. (2004). *Physics matters: an intraduction to conceptual physics*. Wiley, New York
- Trumper, R. A. (1998). Longitudinal Study of Physics Students’ Conceptions on Energy in Pre-Service Training for High School Teachers, *Journal of Science Education Technology*, 7(4), 311-318.

- Trumper, R. & Gorsky, P. (1993). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Physics Education*, 31, 227-235.
- Tsai, C. C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1). 83-91.
- Tsai, L. T. & Yang, C. C. (2015). Hierarchical effects of school-, classroom-, and student-level factors on the science performance of eighth-grade Taiwanese students. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1166-1181.
- Tunç, T., Akçam, H. ve Dökme, İ. (2011). Üç Aşamalı Sorularla Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bazı Temel Fen Kavramları Hakkında Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 817-842.
- Tuzcu (2011). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Pedagojik Alan Bilgilerinin İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, 9 Kasım 2015. Erişim adresi: Türkiye Yeterlilikler Veri Tabanı, 2022. <http://portal.tyc.gov.tr/site/egitim>.
- Türkmen, L., Çardak, O. ve Dikmenli, M. (2005). Lise 1 Biyoloji Dersi Alan Öğrencilerin Canlıların Çeşitliliği ve Sınıflandırılmasıyla İlgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Kavram Haritası Yardımıyla Değiştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 155-168.
- Özcan, C. ve Kaptan F. (2019). 2018 Yılı Fen Bilimleri Öğretim Programının Fen Bilimleri için Uyarlanmış Bloom Taksonomisine Göre İncelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 78-90.
- Umland, J. B. (1993). *General chemistry*. St. Paul, MN: West Publishing Company.
- UNESCO, (2010). *World data on Education: Singapore*. 7th Edition. 2010/11. <http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/Singapore.pdf>
- Uzoğlu, M., ve Yıldız, A. (2011). İlköğretim 6. sınıf Öğrencilerinin Isı Konusunu Anlama Düzeylerinin Belirlenmesi. *Journal Of Qafqaz University*, 31, 143-150.
- Uzun., N, (2010). Fen başarısı ile ilgili bazı değişkenlerin TIMSS-R Türkiye örnekleminde cinsiyete göre ölçme değişmezliğinin değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 26 - 35.
- Ünal, M., & Aral, N. (2014). Deney yöntemine dayalı eğitim programı'nın 6 yaş çocuklarının problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 39(176).
- Ünlü, Y. (2019). *2011 Yılı 8. Sınıf TIMSS Fen Bilimleri Sorularının Öğretmen Görüşlerine Göre Değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.

- Wakeham, S. G., & Lee, C. (1993). Production, transport, and alteration of particulate organic matter in the marine water column. *Organic Geochemistry: Principles and Applications*, 145-169.
- Wandersee, H.; Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. (Ed. D.L. Gabel). Handbook of Research on science teaching and Learning. New York: McMillan, (s. 177- 210)
- Wessel, W. (1999). Knowledge construction in high school physics: A study students teacher interaction. *Saskatchewan School Trustees Association Research Centre Report*.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (2000). *Probing Understanding*. The Falmer Pres, London.
- Wu, H. K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87(6), 868-891.
- Variş, F. (1974). Eğitimde Program Geliştirme “Teori ve Teknikler” (3. Baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Variş, F. (1998). *Temel Kavramlar ve Program Geliştirmeye Sistemik Yaklaşım*. Ayhan Hakan (Ed.). Eğitim Bilimlerinde Yenilikler içinde (s. 1-19). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1, 205-221.
- Voska, K. W. & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problems, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2005). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yahya, S. M., Ayasrah, M. N. (2018). Causes of 8th grade students low achievement in TIMSS study-2015 from science teachers and educational supervisors. *Review of European Studies*, 10(1), 124-139. doi: 10.5539 / res.v10n1p124.
- Yalçınkaya, E., Taştan, Ö. ve Boz, Y. (2009). High scholl students’ conceptions about energy in chemical reactions. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 1-11.
- Yalçınkaya, E., Taştan, Ö. ve Boz, Y. (2009). Lise Öğrencilerinin Kimyasal Tepkimelerde Enerji Konusundaki Kavramaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 1-11. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11117/132950>

- Yang, D. C. & Lin, Y. C. (2015). Assessing 10-to 11-year-old children's performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational Research*, 57(4), 368-388.
- Yaşa, N. ve Koçak, N. Asit-Baz Konusunda Karşılaşılan Kavram Yanılgıları: Bir İçerik Analizi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-24.
- Yatağan, M. (2014). *Fen ve teknoloji dersi öğretim programının öğrenci ve öğretmen özelliklerine göre değerlendirilmesi: TIMSS 2007 ve 2011 verileri ile bir durum analizi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yates, T. B. & Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: A study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolutionrelated misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 7(1), 1-18.
- Yayla Eskici, G. ve Hançer, A. H. (2022). Popüler Bilim Sitelerinin Fen Kavramlarına Yönelik Algıya Etkisi. *Uluslararası Karamanoğlu Mehmet Bey Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-12. doi: 10.47770/ukmead.822617
- Yaz, Ö. ve Kurnaz, M. A. (2017). 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programının İncelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(8), 173-184.
- Yeşilyurt, Y. (2020). Uluslararası Sınavların Eğitim Politikalarına ve Öğretim Programlarına Etkisi. *Eğitime Bakış*, 16(49), 21-34.
- Yetisir, M. I. (2014). The multilevel effects of student and classroom factors on the science achievement of eighth graders in Turkey. *Eğitim ve Bilim*, 39(172), 39-120.
- Yıldırım A. ve Şimşek H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (8.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (9. Baskı). Ankara: SeçkinYayıncılık.
- Yıldırım, H. H., Yıldırım, S., Yetisir, M. I., ve Ceylan, E. (2013). PISA uluslararası öğrenci değerlendirme programı. Erişim adresi: <http://pisa.meb.gov.tr/wpcontent/uploads/2013/12/pisa2012-ulusal-on-raporu.pdf>
- Yıldırım, H. H., Yıldırım, S., Ceylan, E.ve Yetişir, M. İ. (2014). "Türkiye Perspektifinden TIMSS 2011 sonuçları", Türk Eğitim Derneği Tedmem Analiz Dizisi I, Ankara
- Yıldırım, A., Özgürlük, B., Parlak, B., Gönen, E., ve Polat, M. (2016). TIMSS 2015 ulusal matematik ve fen bilimleri ön raporu 4. ve 8. sınıflar. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara: Girişim Maatbacılık.
- Yıldırım, H. E. , Işıktaş, T. ve Yıldırım, A. (2020). Farklı Disiplinlerdeki Öğretmen Adaylarının Enerji Kavramına Yönelik Algılarının Belirlenmesi . *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , (54) , 20-48 . doi: 10.21764/maeuefd.510999

- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2006). Fizik Öğrencilerinin, Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Öğretim Elemanlarının Bu Konudaki Tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 268-277.
- Yılmaz, M., Çimen ve O., Karakaya, F., ve Üçüncü, G. (2018). Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının İnsan Anatomisi ve Fizyoloji Dersine Yönelik Sınav Kaygılarına Neden Olan Durumlar Ve Kaygı Durumunu Azaltan Etkenler. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(1), 1-18.
- Yılmaz, H. ve Huyugüzel Çavaş, P. (2006). 4-E Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusunu Anlamalarına Olan Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 2-18.
- Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö. ve Özden, Y. (1999). *Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesi*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, (187-193). Ankara: MEB, ÖYGM.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Çimen, O., ve Karakaya, F. (2017). Examining of biology subjects in the science textbook for grade 7 regarding scientific content. *Turkish Journal of Education*, 6(3), 128-142.
- Yoğurtcu, A. (2021). *Lise Öğrencilerinin Hücre Konusundaki Kavramsal Yapıları, Metaforik Algıları ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Yumuşak, A. (2008). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isı- Sıcaklık, Mekanik ve Elektrik Konularındaki Kavram Yanılgıları ve Nedenlerinin Araştırılması (C.B.Ü. Örneği). *Milli Eğitim*, 37(180), 123-132.
- Yurdakul, B. (2005). Bilişötesi ve yapılandırmacı öğrenme çevreleri.
- Yurt, E. ve Sunbul, A. M. (2013). Investigation of the relationship between TIMSS 2011 science achievement and affective characteristics. *International Journal of Social Science and Engineering*, 7(12), 1122-1123.
- Yung, B. H. W. (2006). *Learning from TIMSS: implications for teaching and learning science at the junior secondary level*. Education and Manpower Bureau..
- Yücel, C., Karadağ, E., ve Turan, S. (2013, Şubat). *TIMSS 2011 ulusal ön değerlendirme raporu*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Politika Analizi Raporlar Serisi I, Eskişehir.
- Yüksel, G., (2020). *TIMSS 2015 Verilerine Göre İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Başarısının Çapraz Kültürel Bir Karşılaştırması: Karma Rasch Modeli* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- Yürük, N., Çakır, Ö. S. ve Geban, Ö. (2000). *Kavramsal Değişim Yaklaşımının Hücresel Solunum Konusunda Lise Öğrencilerinin Biyoloji Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

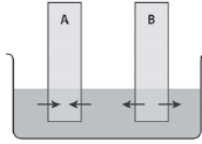
- Yürümezoğlu, K. , Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji ile İlgili Kavramları Algılamaları . *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* , 3 (2) , 52-73 . Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/balikesirnef/issue/3369/46505>
- Zan Yörük, N. (2003). *Karışım, Maddenin Hal Değişimi, Yoğunluk, Fiziksel-Kimyasal Değişim ve Basınç Konularının Kimyada Anlaşılması İle İlgili Bir Ara Yaş Çalışması (11-14)* (Yayımlanmamış Bilim Uzmanlığı Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Zembat, İ. Ö. (2010). Kavram yanılgısı nedir? M. F. Özmantar, E. Bingölbalı ve H. Akkoç (Editörler), *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Ziya, E. (2008). *Uluslararası Öğrenci Başarı Değerlendirme Programına (PISA 2006) Göre Türkiye'deki Öğrencilerin Matematik Başarılarını Etkileyen Bazı Faktörler* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.



EK 1. İzin Doğrultusunda Paylaşılan Maddeler

1.

Two metal rods, A and B, are placed in a basin of water. The arrows show the direction of heat transfer.

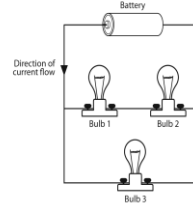


Which of the following correctly ranks the temperature of the objects and the water from the highest to the lowest?

	Highest temperature		Lowest temperature
(A)	water	Rod B	Rod A
(B)	Rod B	Rod A	water
(C)	Rod A	water	Rod B
(D)	Rod B	water	Rod A

2.

Three identical light bulbs are connected to a battery as shown in the diagram. The arrow indicates the direction of the current flow.



Which statement is true?

- (A) The current in Bulb 1 is greater than the current in Bulb 2.
- (B) The current in Bulb 1 is greater than the current in Bulb 3.
- (C) The current in Bulb 2 is the same as the current in Bulb 3.
- (D) The current in Bulb 2 is the same as the current in Bulb 1.

3.

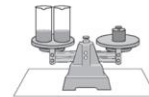
A car tire runs over a can and crushes it completely.

Which statement is true for the atoms in the structure of the can?

- (A) The atoms are broken.
- (B) The atoms are flattened.
- (C) The atoms remain the same.
- (D) The atoms are changed into different atoms.

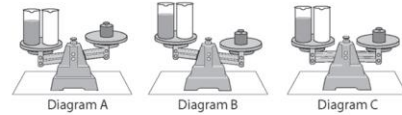
4.

Two beakers, one containing hydrochloric acid and the other containing sodium hydroxide exactly balance a weight, as shown in the diagram.



The two solutions are carefully mixed together, and the empty beaker is put back on the balance.

Look at the diagrams below.



Which diagram shows the balance after the solutions have been mixed?

(Check one box.)

- ☐ Diagram A
- ☐ Diagram B
- ☐ Diagram C

Explain your answer.

5.

An animal has these features:

- smooth skin with no scales
- lays eggs without a hard shell
- has gills at an early stage of its life

In which group is this animal classified?

- (A) mammal
- (B) amphibian
- (C) reptile
- (D) fish

EK 2. Maddelerde Belirlenen Kavram Yanılgılarına İlişkin Seçenekler

	TIMSS Kodu	Doğru Yanıt	Madde seçenek/kodları	Kavram yanılgısı olarak ele alınan seçenek/kod
Fizik- Fiziksel Özellikler ve Maddenin Hal Değişimi				
M1	S042061	D	A, B, C, D	B ve C
M2	S042272	A	A, B, C, D	C ve D
M3	S032158	B	A, B, C, D	A ve D
M4	SP72x	A	A, B, C, D	B ve C
Fizik- Fiziksel Değişimler				
M5	SP6x	C	A, B, C, D	A ve B
M6	S022x	Kod 10	10, 70, 71, 79,99	71
M7	S042x	C	A, B, C, D	B ve D
Fizik- Enerji Dönüşümü ve İletimi				
M1	S06X	D	A, B, C, D	C
M2	S042407	Kod 10	10, 70, 79	70
Fizik- Elektrik ve Manyetizma				
M1	S032184	D	A, B, C, D	A ve B
Fizik- Elektromıknatıs-Manyetizma				
M1	S032273	C	A, B, C, D	B
M2	SP62y	10	10, 79	79
Fizik- Kuvvet ve Hareket Yerçekimi				
M1	S032z	D	A, B, C, D	A ve B
M2	S042z	Kod 10,11,12,19	10,11,12,19,70,71,79	70, 71, 79
M3	S0422z	Kod 10	10, 79	79
Kimya- Maddenin Bileşimi				
M1	SP62004-SP06x	B	A, B, C, D	A, C, D
M2	S05x	C	A, B, C, D	A, B, D
Kimya- Kimyasal Değişimlerde Kütleinin Korunumu				
M1	S042106	Kod 10, 11	10, 11 70, 71, 72, 79	71, 72
M2	S042104	Kod 10, 11,	10, 11, 70, 71, 79	71, 79
Kimya- Kimyasal Tepkimelerde Madde ve Enerji				
M1	S052063	C	A, B, C, D	B
M2	S032679	Kod 10, 11, 12	10, 11,12, 19, 70, 71, 79	70,71,79
M3	S042112	D	A, B, C, D	A, B, C
Biyoloji-Canlıların Sınıflandırılması				
M1	S042b-S042001	B	A, B, C, D	A, D
M2	S042bb- S042007	B	A, B, C, D	A, C, D
M3	S06x	B	A, B, C, D	C, D
M4	S042b2- S042003	B	A, B, C, D	A, D
Biyoloji-Hücre ve Organeller				
M1	SP72x	B	C	D
M2	S042016-S0420b	A	A, B, C, D	C
Yer Bilimleri				
M1	S042406	10	10,70,71,72,79	72

EK 3. Görüşme Formu-1

1. Kavram yanlışları sizin için ne ifade etmektedir?
2. Kavram yanlışlarına ilişkin çalışmalarınızdan bahsedebilir misiniz?
3. İlgili maddeler (2007 ve 2011 yılına ait maddeler paylaşılırken, 2015 ve 2019 yılına ait maddeler hakkında sadece bilgi verilmiştir.) kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilecek düzeyde midir?
4. İlgili maddelerden yola çıkarak hangi kavram yanlışlarını belirleyebiliriz?
5. İlgili kavram yanlışlarının nedenleri ve giderilmesine ilişkin görüş ve önerileriniz nelerdir?

Alternatif soru örnekleri:

- İlgili maddeler kavram yanlışlarını test etmede güçlü müdür?
- Bu madde ile kavram yanlışlığı test edilebilir mi?
- Hangi seçenekler araştırmaya alınabilir?
- Alan yazında benzer kavram yanlışları neler olabilir?
- Belirlenen kavram yanlışlığı önemli midir? Neden önemli görüyorsunuz?

EK 4. Görüşme Formu 2 (Örnek Ünite)

1. Kavram yanlışları sizin için ne ifade etmektedir?
2. Kavram yanlışlarına ilişkin çalışmalarınızdan bahsedebilir misiniz?
3. Maddenin Tanecikli Yapısı ünitesinde dikkat edilmesi gereken kavramlar nelerdir?
4. Maddenin Tanecikli Yapısında hangi kavram yanlışları ortaya çıkabilir?
5. İlgili maddelere yönelik hangi kavram yanlışları ortaya çıkabilir?
6. İlgili maddeler doğrultusunda belirlenen kavram yanlışlarına ilişkin görüşleriniz nelerdir?
7. Belirlenen kavram yanlışları nasıl tespit edilebilir?
8. Giderilmesine ilişkin görüş ve önerileriniz nelerdir?
9. Öğretim programları ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili midir?
10. Öğretim programlarında ilgili kavram yanlışlarına yönelik kazanımlar nasıl ele alınmaktadır/öğretim programları nasıl düzenlenmelidir?
11. İlgili kavram yanlışlarına ait içerik ders kitaplarında nasıl ele alınmaktadır?
12. İlgili kazanımların olmasına rağmen devam eden kavram yanlışları hakkında düşünceleriniz nelerdir?

EK 5. TIMSS Bağlamında Belirlenen Bilişsel Boyut Basamakları

Bilme	Bilgi düzeyi, öğrencilerin bilimsel olgular, bilgi, kavramlar, araçlar ve yöntemler temelindeki bilgilerini niteler. Bu düzeyde öğrencilerden doğru bilimsel ifadelerin farkına varmaları ve hatırlamaları beklenmektedir. Bununla beraber öğrencilerden fen bilgisinde kullanılan kelime, kurallar, semboller, birimler ve yöntemler bilgisine sahip olmaları beklenmektedir. Yine öğrencilerden araştırmalarını yürütmek için uygun malzemeleri, ölçme aletlerini ve deneysel işleyişi bu basamakta seçmeleri beklenmektedir. Bu düzeyde ayrıca öğrencilerden bilimsel kavramları destekleyen açıklayıcı örnekler seçmeleri de beklenmektedir. 3 alt boyutu bulunmaktadır. Bunlar:
Hatırlama/Tanıma	Olayları, ilişkileri ve kavramları tanımlar; belirli organizmaların, materyallerin ve sürecin özelliklerini ya da belirli özelliklerini tanımlar; bilimsel alet ve prosedürlerin uygun şekilde kullanımını tanıır; bilimsel literatürü, semboller, kısaltmaları, birimleri ve ölçekleri tanıır.
Tanımlama	Organizmaların ve materyallerin işlevlerini, yapılarını, özelliklerini, organizmaların, materyallerin, süreç ve oldular arasındaki ilişkileri tanımlar veya belirtir.
Örnek/ler verme	Belirli özelliklere sahip olan organizma ve materyallere örnekler verir.
Uygulama	Bu düzey bilginin doğrudan kullanımını içermektedir. Bu bilişsel düzeyde öğrencilerden karşılaştırma yapmaları, sınıflandırma yapmaları, bilimsel kavramlar ve prensipler ışığında bilimsel bilgiyi yorumlamaları, bilimsel kavram ve prensip anlayışlarını kullanarak ve uygulayarak çözüm bulmaları ve açıklama geliştirmeleri beklenmektedir. Bu düzey, fen bilgisinde bilinen ilişkilerin, eşitliklerin, formüllerin kanıtlanmasını ve doğrudan uygulanmasını içermektedir. Bu düzeyde nicel problemlerde sayısal çözümler, nitel problemlerde ise açıklayıcı bir cevap öğrencilerden beklenmektedir. Açıklama sırasında öğrencilerden öğrendikleri yapıları, ilişkileri ve bilimsel kavram bilgilerini diyagram ve model kullanarak ortaya koymaları beklenmektedir.
Kıyaslama/Karşılaştırma/Sınıflandırma	Organizma, materyal ya da süreç grupları arasındaki benzerlik ve farklılıkları tanımlar ya da belirtir; karakterlere ve özelliklere dayalı olarak tek tek nesneleri, materyalleri, organizmaları ayırt eder, sınıflandırır.
İlişki kurma	Canlıların, materyallerin ya da nesnelerin kullanımın, gözlenen ya da ortaya çıkarılan bir özelliği temel bir bilim kavramı ile ilişkilendirir.
Model/örnekleri kullanma	Bilimsel bir kavramın bilgisini göstermek, süreci, döngüyü, ilişkiyi veya sistemi örneklendirmek ya da bilimsel bir probleme çözüm bulmak için şema ya da modelleri kullanır.
Bilgiyi Yorumlama	İlgili metis, tablo, resim ve grafik bilgilerini yorumlamak için bilimsel kavram bilgisini kullanır.
Açıklama	Gözlemlenen veya doğal bir olguyu açıklamak için bilimsel bir kavram ya ilkeleri kullanarak açıklar ve tanımlar
Akl Yürütme	Bu düzey fen bilgisiyle ilgili daha karmaşık etkinlikleri içermektedir. Bu düzey, bilimsel sonuç çıkarma /akıl yürütme içerisinde problemleri çözebilme, açıklama geliştirebilme, karar verebilme ve bilgilerini yeni durumlara uyarlayabilme gibi karmaşık zihinsel faaliyetleri içerir. Bu düzeyde öğrencilerden bilimsel prensiplerden çıkarım yaparak alışılmadık ve daha karmaşık bağlamdaki problem çözme durumlarıyla baş etmeleri beklenmektedir. Bu düzey ayrıca, hipotez geliştirmeyi, bunları test etmek için bilimsel araştırma tasarlamayı, analizi ve verileri yorumlamayı içermektedir.
Analiz	Soruları yanıtlamak ve problemleri çözmek için bilimsel problemin öğelerini tanımlar ve bilgi, kavram, ilişkiler arasında bağ kurar.
Sentez	Birçok farklı etken ya da ilgili kavramları dikkate alarak soruları yanıtlar.
Hipotez/Tahmin	Sorgulama ile cevap verilebilecek soruları formüle eder ve tasarım hakkında bilgi veren bir araştırmanın sonuçlarını tahmin eder. Bilimsel bilginin deneyiminden, gözleminden veya analizinden kavramsal anlayışa ve bilgiye dayanan test edilebilir varsayımları formüle eder ve biyolojik veya fiziksel koşullardaki değişikliklerin etkileri hakkında tahminler yapmak için kanıt ve kavramsal bilgileri kullanır.
Araştırmaları tasarlama	Bilimsel soruları yanıtlamak ya da hipotezleri test etmek için araştırmaları ya da uygun yöntemleri planlar; iyi tasarlanmış araştırma sonuçlarını değişkenler ve ölçümler, neden ve sonuç ilişkileri açısından kontrol eder, özelliklerini tanımlar.
Değerlendirme	Alternatif açıklamaları değerlendirir; alternatif süreçleri ve materyaller hakkında karar vermek için avantaj ve dezavantajları ölçer, sonuçları desteklemek için araştırma verilerini yeterli araştırma sonuçlarını değerlendirir.
Sonuçları düzenleme	Gözlemlere, kanıtlara ve/veya bilimsel kavramlara dayalı olarak geçerli çıkarımları yapar; soruları veya tahminleri ele alan neden-sonuç anlayışını gösteren uygun sonuçları çıkarır.
Genelleme	Deneysel veya verilen koşulların ötesine geçen sonuçlar çıkarır, sonuçları yeni durumlara uygular.
Eleştirme/Yargılama	Açıklamaların, problemlerin çözümünü ve araştırmalardan elde edilen sonuçların uygunluğunu desteklemek için bilimsel kavramları ve kanıtları kullanır.

(TIMSS, 2019)

EK 6. Etik Kurul Onayı

ANKARA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ALT ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

Karar Tarihi : 01/12/2021

Toplantı Sayısı : 19

Karar Sayısı : 357

357-Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı doktora öğrencilerinden **Seda İhtiyar Şahin**'in "Fen Bilimleri Dersine İlişkin Kavram Yanılgılarının Tımsı Bağlamında İncelenmesi" başlıklı tezi ile ilgili "İnsan Üzerinde Yapılan Klinik Dışı Araştırmalar Başvuru Formu" Etik Kurulumuzca incelendi.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı doktora öğrencilerinden **Seda İhtiyar Şahin**'in "Fen Bilimleri Dersine İlişkin Kavram Yanılgılarının Tımsı Bağlamında İncelenmesi" başlıklı tezinin araştırma protokolüne uyulması ve etik onay tarihinden itibaren geçerli olması koşuluyla uygulanmasının etik açıdan uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

EK 7. Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-14588481-605.99-41546676
Konu : Araştırma İzni

18.01.2022

ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) 07.01.2021 tarihli ve 369988 sayılı yazınız.

Enstitünüz Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Eğitim programları ve Öğretim Doktora Programı öğrencisi Seda İHTİYAR ŞAHİN'in "**Fen Bilimleri Dersine İlişkin Kavram Yanılgılarının TIMSS Bağlamında İncelenmesi**" konulu çalışması kapsamında İlimize bağlı ortaokullarda uygulama yapma talebi ilgi (a) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Millî Eğitim Temel Kanunu ile Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda, gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Harun FATSA
Vali a.
Millî Eğitim Müdürü

Ek: Uygulama Araçları

Dağıtım:
Gereği:
Ankara Üniversitesi

Bilgi:
B Planı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Emniyet Mah. Alparslan Türkeş Cad. 4/A Yenimahalle/ANKARA

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için: D. KARAGÜZEL

Telefon No : 0 (312) 306 89 07

İnternet Adresi: www.meb.gov.tr

Unvan : Memur

E-Posta: istatistik06@meb.gov.tr

Faks:

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden b349-7a15-39d0-9a82-8161 kodu ile teyit edilebilir.

BENZERLİK BİLDİRİMİ

“Fen Bilimlerine İlişkin Kavram Yanılgılarının Tımsı Bağlamında İncelenmesi” başlıklı tezimin ana bölümü (ön bölüm, kaynaklar ve ekler hariç) Turnitin İntihal Tespit Programı aracılığıyla incelenmiş ve ilgili rapor danışmanım tarafından da kontrol edilmiştir. Kontrol sırasında (1) “Yedi sözcükten daha az olan benzeşmeler” (2) “Kaynaklar” (3) “Doğrudan alıntılar” ve (4) “Lisansüstü tezim ile ilgili yapmış olduğum kendi yayınlarım ve yararlandığım mevzuat metinleri gibi kaynaklar” dışarıda tutulmuştur. Benzerlik kontrolüne ilişkin rapordan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Rapor Tarihi	: 30/03/2023
Gönderim Numarası	: 2050835628
Sayfa Sayısı	: 262
Sözcük Sayısı	: 78071
Karakter Sayısı	: 553102
Benzerlik Oranı	: %9
Savunma Tarihi	: 24.02.2023

Yukarıda belirtilen sonuçları gösteren Turnitin İntihal Tespit Programı’na ilişkin orijinal raporu, sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmaksızın bu beyanım ekinde Enstitüye teslim ettiğimi, tezimin %10’dan fazla benzerlik oranı içerdiğinin, tek bir kaynakla eşleşme oranının ise %2’den fazla olduğunun belirlenmesi durumunda, bundan doğabilecek tüm yasal sorumluluğu kabul ettiğimi bildirir, saygılarımı sunarım.

Öğrencinin Adı Soyadı: Seda İHTİYAR ŞAHİN

Tarih: 30/03/2023

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Seda İHTİYAR ŞAHİN

E-Posta Adresi :

İş Deneyimi :

Unvan	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Destek İlköğretim Okulu	2008-2011
Öğretmen	Dr. Nurettin Beyhan Elbir Ortaokulu	2011-2021
Öğretmen	Yasemin Karakaya Bilim ve Sanat Merkezi	2021-

Akademik Bilgiler

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Doktora	Eğitim Bilimleri/Eğitim Programları ve Öğretim	Ankara Üniversitesi	2015-2023
Yüksek Lisans	Eğitim Bilimleri/Eğitimde Program Geliştirme	Gazi Üniversitesi	2011-2015
Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Gazi Üniversitesi	2004-2008

Makaleler:

Kayabaşı Y, Yenicele E, Ataman E, Şahin S, Nacar N (2017). Ortaokul Öğretmenlerinin Sınıf Yönetimi Becerileri İle Özyeterlik İnançları Arasındaki İlişki: Ankara İli Örneği. Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 10(2), 298- 319.

Kayabaşı, Y., Yenicele, E., Ataman, E., Şahin, S. & Nacar, N. (2019). Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersi Sınıf İçi Etkinliklere Katılımının Derse Karşı Motivasyon ve Tutumlarına Etkisi. Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi, 6 (1) , 57-77 .

Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/etad/issue/46499/424192>