



**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEMENT,
BİLEŞİK VE MOLEKÜL KAVRAMLARINI
ANLAMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Miraç KARADENİZ

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2026

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEMENT, BİLEŞİK VE MOLEKÜL
KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Determining the Understanding Level of 8th Grade Students Regarding the Concepts of
Element, Compound and Molecule)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Miraç KARADENİZ

Danışman: Prof. Dr. Tacettin PINARBAŞI

Erzurum
Şubat, 2026



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof.Dr. Tacettin PINARBAŞI danışmanlığında Miraç KARADENİZ tarafından hazırlanan “8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarını anlama düzeylerinin belirlenmesi” başlıklı çalışma 23/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi - Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda **Yüksek Lisans** tezi olarak oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof.Dr. Yavuz TAŞKESENLİGİL <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi (Danışman):	Prof.Dr. Tacettin PINARBAŞI <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi:	Prof.Dr. BAYRAM COŞTU <i>YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

17/04/2026
Prof.Dr. Refik DİLBER
Enstitü Müdürü
e-imza



ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “8. Sınıf Öğrencilerinin Element, Bileşik ve Molekül Kavramlarını Anlama Düzeylerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

23/ 01 / 2026

Aslı ıslak imzalıdır

Miraç KARADENİZ

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanması sürecinde, her aşamada bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle bana rehberlik eden danışman hocam Prof. Dr. Tacettin PINARBAŞI'na içtenlikle şükranlarımı sunarım.

Araştırmanın uygulama aşamasında desteklerini esirgemeyen çalışma kapsamındaki okulların yönetim ve idarecilerine teşekkür ederim.

Çalışma sürecinde destekleriyle yanımda olan Serkan TEKE ve Seçkin KAYA'ya, üniversiteden değerli arkadaşlarım Tahir AVŞAR ve Adem ÖZBUĞUTU'ya teşekkür ederim. Ayrıca, her koşulda yanımda olan annem Çiğdem KARADENİZ, kız kardeşimlerim Tuana KARADENİZ ve Esra KARADENİZ ile desteği benim için çok kıymetli olan Özlem YANGIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte katkı sağlayan tüm akademisyenlere, idari personele ve doğrudan ya da dolaylı olarak emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Miraç KARADENİZ

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEMENT, BİLEŞİK VE MOLEKÜL KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Miraç KARADENİZ

Şubat 2026, 101 Sayfa

Amaç: 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarını anlama düzeylerini belirlemek ve bu kavramlara ilişkin sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya koymaktır.

Yöntem: Araştırma, 2024–2025 eğitim-öğretim yılı içerisinde İstanbul ilindeki dört devlet ortaokulunda öğrenim gören, ülkemizin farklı kültürel ve sosyo-demografik özelliklerini yansıtan, 240’ı kız olmak üzere toplam 520 sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma açıklayıcı sıralı karma yöntem desenine uygun olarak yürütülmüştür. Çalışma kapsamındaki öğrencilere sırasıyla “Kavram Testi” ve “Kavram Başarı Testi” uygulanmış, sonrasında farklı başarı ve kavramsal düzeyleri temsil eden 24 öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarının analizinde betimsel istatistiksel yöntemler kullanılmış, mülakat verileri ise içerik analizine tabi tutulmuştur.

Bulgular: Yapılan istatistiksel analizler, öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin kavramsal anlama ve başarı düzeylerinin arzu edilen seviyelerin altında kaldığını göstermektedir. Ayrıca, incelenen kavramların tanımlarına ya da aralarındaki farklara yönelik bir takım kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Mülakat verilerinin analizi, kavram yanlışlarının varlığını desteklemekte ve bu yanlışların nedenlerine yönelik bir takım öngörülerde bulunmaktadır.

Sonuçlar: Öğrencilerin element kavramını çoğunlukla “saf madde” olarak algıladıkları, molekül kavramını yalnızca bileşiklerle sınırlandırdıkları ve bileşiklerin farklı özelliklere sahip olma nedenlerini açıklamakta zorlandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, hava ve su gibi günlük yaşam örneklerinin bilimsel kavramlarla yeterince ilişkilendirilemediği ve bilginin büyük ölçüde sınav odaklı olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir. Nicel ve nitel bulguların üçgenleme yoluyla karşılaştırılması, elde edilen sonuçların birbiriyle tutarlı olduğunu ve araştırmanın güvenilirliğine katkı sağladığını göstermektedir. Araştırma sonuçları, temel kimya kavramlarının öğretiminde atomik, moleküler ve sembolik (temsili) düzeylerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasının gerekliliğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: kimya eğitimi, element, bileşik, molekül, kavram yanlışları, fen bilimleri eğitimi, 8. sınıf öğrencileri.

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

DETERMINING THE UNDERSTANDING OF 8TH GRADE STUDENTS REGARDING THE CONCEPTS OF ELEMENT, COMPOUND, AND MOLECULE

Miraç KARADENİZ

February 2026, 101 Pages

Purpose: The aim of this study is to determine eighth-grade students' levels of understanding of the concepts of element, compound, and molecule, and to identify the misconceptions they hold regarding these concepts.

Method: The research was conducted with a total of 520 eighth-grade students, 240 of whom were girls, attending four state middle schools in Istanbul during the 2024–2025 academic year, reflecting the diverse cultural and socio-demographic characteristics of our country. The study was conducted using an explanatory, sequential, and mixed methods design; quantitative analysis results formed the basis for qualitative data collection and analysis. Students were administered a "Concept Test" and a "Concept Achievement Test," followed by semi-structured interviews with 24 students representing different achievement and conceptual levels. Descriptive statistical methods were used to analyze the test results, while the interview data were subjected to content analysis.

Findings: Statistical analyses show that students' conceptual understanding and achievement levels regarding the concepts of element, compound, and molecule fall below the desired levels. Furthermore, it reveals that they possess certain misconceptions regarding the definitions of these concepts or the differences between them. Analysis of the interview data supports the existence of these misconceptions and offers some insights into their causes.

Conclusions: It was determined that students mostly perceive the concept of an element as a "pure substance," limit the concept of a molecule only to compounds, and have difficulty explaining why compounds have different properties. Furthermore, it was found that everyday examples such as air and water are not sufficiently related to scientific concepts, and knowledge is largely evaluated in an exam-oriented manner. Comparing the quantitative and qualitative findings through triangulation shows that the results are consistent with each other and contributes to the reliability of the research. The research results indicate the necessity of addressing atomic, molecular, and symbolic (representative) levels with a holistic approach in teaching fundamental chemistry concepts.

Keywords: chemistry education, element, compound, molecule, misconceptions, science education, eighth-grade students.

İÇİNDEKİLER

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar DİZİNİ	vii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	4
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	5
Araştırmanın Sınırlılıkları	7
Varsayımlar	8
İKİNCİ BÖLÜM	9
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	9
Fen Bilimleri Eğitiminde Kavram Öğrenimi	9
Kimyasal Gösterimin Üç Düzeyi	11
Kimyanın Makroskobik Düzeyi.....	12
Submikroskobik(Tanecikli)Düzey	13
Sembolik Gösterimler Düzeyi.....	14
Kimyasal Gösterimin Önemi	16
Kavram Yanılgıları ve Öğrencilerin Kavramsal Anlayışları	18
Kavram Yanılgılarının Tanımı ve Sınıflandırılması	19
Element, Molekül ve Bileşik Kavramlarına Yönelik Öğrenci Yanılgıları.....	20
Kavram Yanılgılarının Fen Öğrenimine Etkisi	23
Maddelerin Sınıflandırılması ve Temel Özellikleri	25
Atom ve Atom Modelleri	27
Element Kavramı	27
Molekül Kavramı	28
Bileşik Kavramı	30
Öğretim Programında Yer Alan Öğrenme Hedefleri ve Kazanımlar	31

Alan Yazın Taraması	36
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	39
Yöntem	39
Araştırma Deseni.....	39
Araştırmanın Örnekleme	40
Veri Toplama Araçları	41
Uygulama	42
Verilerin Analizi	44
Araştırmacı Rolü	45
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	47
Bulgular	47
Kavram Testi	47
Element	51
Molekül.....	51
Bileşik	52
Tanecik Yapısı ve Kimyasal Yapı	52
Kavram Başarı Testi.....	52
Mülakatlar	54
Nitel-Nicel Veri Üçgenlemesi (Triangulation)	65
BEŞİNCİ BÖLÜM	68
Tartışma ve Sonuç	68
Öneriler.....	71
KAYNAKÇA	74
EKLER	83
EK-1.Etik Kurul Kararı.....	83
EK-2.Kavram Testi	84
EK-3.Kavram Başarı Testi	86
EK-4.Yarı Yapılandırılmış Mülakat Soruları.....	88
EK-5. Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzin Belgesi	90
ÖZ GEÇMİŞ.....	91

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Element, Molekül ve Bileşik Kavramlarına Yönelik Öğrenci Yanılgıları</i>	23
Tablo 2. <i>Kavram Testi Frekans ve Yüzde Dağılımı</i>	47
Tablo 2. <i>(Devamı)</i>	48
Tablo 3. <i>Kavram Başarı Testi Frekans ve Yüzde Dağılımı</i>	53
Tablo 4. <i>Kodlama ve Tema Yapısı (Üst Tema-Alt Tema)</i>	55
Tablo 5. <i>Kavramsal Tanım ve Bilgi Düzeyi</i>	57
Tablo 6. <i>Ayırt Etme ve Sınıflandırma Becerileri</i>	58
Tablo 6. <i>(Devamı)</i>	59
Tablo 7. <i>Element Kavramına İlişkin Kod-Tema Analizi (Şube A)</i>	60
Tablo 8. <i>Günlük Yaşamla İlişkilendirme</i>	61
Tablo 9. <i>Molekül Kavramına İlişkin Kod-Tema Analizi (Şube B)</i>	62
Tablo 10. <i>Kavram Yanılgıları</i>	62
Tablo 10. <i>(Devamı)</i>	63
Tablo 11. <i>Günlük Yaşam ve Ayırt Etmeye İlişkin Kod-Tema Analizi (Şube D)</i>	64
Tablo 12. <i>Bileşik Kavramına İlişkin Kod-Tema Analizi (Şube C)</i>	65
Tablo 13. <i>Nitel-Nitel Veri Üçgenlemesi (Triangulation)</i>	66
Tablo 13. <i>(Devamı)</i>	67

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Fen bilimleri eğitiminde temel kimya kavramlarının doğru ve anlamlı biçimde yapılandırılması, öğrencilerin maddenin doğasını kavrayabilmeleri açısından belirleyici bir rol oynamaktadır. Element, bileşik ve molekül kavramları, atom kuramının anlaşılması, kimyasal tepkimelerin yorumlanması ve günlük hayatta karşılaşılan maddelerin bilimsel olarak sınıflandırılabilmesi için ön koşul niteliğindedir. Özellikle ortaokul düzeyinde öğrencilerin somut düşünmeden soyut düşünmeye geçiş sürecinde olmaları, bu kavramların öğrenilmesini daha da kritik hâle getirmektedir. Nitekim ülkemizde uygulanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, 8. sınıf öğrencilerinin elementleri saf maddeler olarak tanımlayabilmeleri, bileşiklerin belirli oranlarda kimyasal bağlarla oluştuğunu kavrayabilmeleri ve molekül kavramını atomik yapı ile ilişkilendirebilmeleri hedeflenmektedir (MEB, 2018). Buna ilaveten Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2024 tarihli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, 8. sınıf öğrencilerinden, çeşitli elementleri periyodik tabloda sınıflandırabilme ve kimyasal değişim/tepkimelerle bileşik oluşumunu kavrayabilme becerilerini geliştirmesi beklenmektedir (MEB, 2024).

Buna karşın alan yazın, öğrencilerin bu temel kavramları çoğu zaman parçalı ve yüzeysel biçimde öğrendiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle element, bileşik ve karışım kavramlarının ayırt edilmesinde ciddi güçlükler yaşandığı, öğrencilerin doğru yanıtı seçseler bile bu yanıtları bilimsel gerekçelerle açıklamakta zorlandıkları çeşitli araştırmalarla rapor edilmiştir.

Dalilah vd. (2025), tarafından geliştirilen problem temelli öğrenmeye dayalı e-modülün uygulanması sürecinde, öğrencilerin element, bileşik ve karışım kavramlarını sınıflandırırken atomik düzeyi yeterince dikkate alamadıkları ve kavramsal açıklamalarında tutarsızlıklar sergiledikleri belirlenmiş, bu durumun söz konusu kavramların yüzeysel öğrenildiğine ve öğrencilerin kavramsal yapılarının yeterince bütünleşmediğine işaret ettiği vurgulanmıştır. Alan yazında, öğrencilerin element, bileşik ve karışım kavramlarını özellikle tanecik (atom–molekül) düzeyinde ilişkilendirmekte zorlandıkları ve bu durumun kavram yanılgılarına yol açtığı belirtilmektedir (Dalilah vd., 2025). 8. sınıf öğrencileriyle yürütülen çalışmalar, öğrencilerin kavramların tanımlarını ifade edebilseler bile tanecik düzeyindeki açıklamalarda

zorlandıklarını ve bu süreçte çeşitli kavram yanlışlarının ortaya çıktığını göstermektedir (Chittleborough vd., 2003; Gökulu, 2017; Harrison & Treagust, 2000; Johnstone, 2000).

Kimya öğreniminde kavramların anlaşılmasını güçleştiren temel nedenlerden biri, öğrencilerin makroskobik–sembolik–submikroskobik temsiller arasında ilişki kurmakta zorlanmasıdır. Özellikle submikroskobik düzey (atom, molekül ve tanecik modelleri), doğrudan gözlemlenemediği için öğrencilerde kavramsal hatalara daha açık bir öğrenme alanı oluşturmaktadır. Bu durum, element–bileşik–karışım gibi temel konularda öğrencilerin sınıflandırma yaparken atomların “aynı/farklı” olma durumunu ve bağ oluşumunu dikkate almadan hatalı genellemelere gitmesine neden olabilmektedir (Arini vd., 2025).

Kimya eğitiminde öğrencilerin tanecikli yapı kavramlarını anlamakta zorlanmalarının önemli nedenlerinden biri, soyut kavramların zihinsel olarak temsil edilmesini gerektiren öğrenme süreçleridir. Araştırmalar, öğrencilerin atomik ve moleküler düzeydeki süreçleri günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirmekte güçlük yaşadıklarını ve bu nedenle bilimsel kavramlar yerine sezgisel açıklamalara yöneldiklerini göstermektedir (Driver vd., 2014). Benzer şekilde, Harrison ve Treagust (2000), öğrencilerin atom ve molekül modellerini çoğu zaman somut nesneler gibi algıladıklarını ve modellerin temsil ettiği bilimsel anlamı tam olarak kavrayamadıklarını belirtmektedir. Bu durum, özellikle element, bileşik ve karışım kavramlarının tanecikli yapı bağlamında öğrenilmesini zorlaştırmakta ve sınıflandırma hatalarına zemin hazırlamaktadır (Kind, 2004).

Nitekim Arini vd. (2025), ortaokul düzeyindeki öğrencilerle yürüttükleri çalışmada element, bileşik ve karışımların submikroskobik temsillerine dayalı sorularda kavram yanlışlarının belirgin olduğunu, yanlışların özellikle taneciklerin türünü/özelliklerini ayırt etme ve sınıflandırma süreçlerinde yoğunlaştığını rapor etmiştir. Ayrıca, bu yanlışların kaynakları arasında öğrencilerin ön bilgileri, öğretim yöntemleri, öğretmen kaynaklı açıklamalar ve ders/yardımcı kitaplar gibi unsurların yer aldığı belirtilmiştir (Arini vd., 2025). Bulgular, element–bileşik–molekül/karışım konularında öğrencilerin kavramsal yapılarının ayrıntılı biçimde incelenmesinin ve öğretimde temsiller arası geçişi destekleyen yaklaşımların önemini göstermektedir.

Bu bağlamda, submikroskobik düzeyde ortaya çıkan kavram yanlışlarının özellikle element, bileşik ve karışım kavramlarının kesişim noktasında yer alan molekül kavramı üzerinde yoğunlaşması, öğrencilerin bu kavramlar arasındaki ilişkileri yapılandırma süreçlerinin daha ayrıntılı biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Molekül kavramı, element ve bileşik kavramlarıyla doğrudan ilişkili olması nedeniyle öğrenciler açısından daha karmaşık bir yapı sunmaktadır. Öğrencilerin aynı tür atomlardan

oluşan moleküller ile farklı tür atomlardan oluşan moleküller arasındaki farkı net biçimde ayırt edememeleri, molekül–bileşik ayrımının hatalı yapılandırılmasına yol açabilmektedir. Yapılan araştırmalar, öğrencilerin molekül kavramını element ve bileşik kavramlarıyla ilişkilendirirken özellikle aynı ve farklı tür atomlardan oluşan molekülleri ayırt etmekte zorlandıklarını ve bu durumun molekül–bileşik ayrımında kalıcı kavram yanlışlarına yol açtığını ortaya koymaktadır. Nitekim Arini vd. (2025), öğrencilerin submikroskopik düzeyde atom türlerini dikkate almadan yaptıkları açıklamaların, molekül ve bileşik kavramlarını yanlış yapılandırmalarına neden olduğunu rapor etmiştir. Benzer biçimde, öğrencilerin element, bileşik ve karışımları sınıflandırırken atomik ve moleküler düzeyde tutarlı açıklamalar yapmakta zorlandıkları ve kavramları çoğunlukla tanım düzeyinde ele aldıkları güncel çalışmalarda da belirtilmektedir. Özellikle atom ve molekül kavramlarının zihinsel modellerle ilişkilendirilmesinde güçlük yaşandığı ve submikroskopik düzeyde kavram yanlışlarının sürdüğü rapor edilmektedir (Arini vd., 2025; Ayyıldız, 2022; Bilge & Bahçeci, 2017; Civanğönül, 2023; Suparman vd., 2024). Bu durum, molekül kavramının çoğunlukla tanım düzeyinde öğrenildiğini ve öğrencilerin zihinsel model oluşturma süreçlerinin yeterince desteklenmediğini göstermektedir. Temel kimya kavramlarının eksik ya da hatalı öğrenilmesi yalnızca ilgili üniteyle sınırlı kalmamakta ilerleyen konularda da önemli öğrenme güçlüklerine neden olmaktadır. Öğrencilerin kimyasal tepkimeler, periyodik sistem ve madde–enerji ilişkileri gibi konularda yaşadıkları zorlukların önemli bir kısmının, element ve bileşik kavramlarının yanlış yapılandırılmasından kaynaklandığı belirtilmektedir. Erken dönemde oluşan kavram yanlışlarının, yeni bilgilerin mevcut yanlış bilgilerle ilişkilendirilmesine yol açtığı ve bunun kalıcı öğrenmeyi olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır (Sökmen & Bayram, 2002).

Bu bağlamda, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarını anlama düzeylerinin belirlenmesi fen eğitimi açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Bu tür çalışmalar, öğrencilerin yalnızca doğru–yanlış düzeyindeki başarılarını değil, kavramları nasıl yapılandırdıklarını, hangi noktalarda yanlışlığa düştüklerini ve hangi zihinsel modelleri kullandıklarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Yine bu yöndeki çalışmalardan elde edilen bulgular, kavramsal değişimi hedefleyen öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sağlamakta ve soyut kimya kavramlarının daha anlamlı, kalıcı ve bütüncül biçimde öğrenilmesine zemin hazırlamaktadır (Gökulu, 2017; MEB, 2018).

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin anlama güçlüklerini belirlemek ve bu kavramlara yönelik sahip oldukları olası kavram yanlışlarını ortaya koymaktır.

Fen bilimleri eğitiminde maddenin yapısı konusu, kimya öğreniminin temelini oluşturan soyut ve anlaşılması güç kavramları içermesi nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Bu kavramlar, “atom → element → molekül → bileşik” biçiminde hiyerarşik bir yapı içerisinde sunulmakta ve öğrencilerden mikroskobik düzeyde düşünme becerisi gerektirmektedir. Ancak alan yazında, öğrencilerin bu kavramları anlamlandırma sürecinde çeşitli güçlükler yaşadıkları ve önemli kavram yanlışlarına sahip oldukları sıklıkla rapor edilmektedir. Özellikle “element–atom”, “bileşik–karışım” ve “molekül–atom grubu” kavramlarının birbirine karıştırıldığı, soyut ve sembolik gösterimlerin anlaşılmasında zorlandığı belirtilmektedir (Çalık vd., 2007; Gabel, 1999; Kırbaşlar & İnce, 2010).

Ortaokul 8. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda yer alan maddenin yapısı ve kimyasal değişim ünitesi, öğrencilerin ilerleyen yıllarda karşılaşacakları soyut kimya kavramları için kritik bir kavramsal temel oluşturmaktadır. Bu ünite ele alınan atom, element, molekül, bileşik ve kimyasal değişim kavramları, lise düzeyinde öğretilecek olan kimyasal bağlar, çözeltiler, tepkime türleri ve madde–enerji ilişkilerinin doğru bir şekilde anlaşılabilmesi açısından ön koşul niteliğindedir. Alan yazın, bu temel kavramların ortaokul düzeyinde anlamlı biçimde yapılandırılmasının, öğrencilerin üst düzey kimya konularında kavramsal bütünlük kurmalarını kolaylaştırdığını ortaya koymaktadır (MEB, 2018).

Ayrıca araştırmalar, ortaokul düzeyinde kazanılan temel kimya kavramlarının öğrencilerin lise kimya başarısını ve ileri düzey kimyasal kavramları anlama düzeylerini anlamlı biçimde etkilediğini göstermektedir (Gabel, 1999; Taber, 2014; Talanquer, 2011; Treagust & Chandrasegaran, 2009). Temel kavramların eksik ya da hatalı öğrenilmesinin, zincirleme biçimde ilerleyen konularda öğrenme güçlüklerine yol açtığı ve akademik başarıyı olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Çalık & Ayas, 2005). Bununla birlikte tanecik modeliyle yeterince desteklenmeyen öğrenmelerin, çözeltiler ve tepkime denklemleri gibi soyut konularda kalıcı güçlükler oluşturduğu belirtilmektedir (Taber, 2014).

Literatürde, 8. sınıf öğrencilerinin özellikle “element”, “bileşik” ve “molekül” kavramlarını ayırt etmekte zorlandıkları, bu kavramlar arasında anlam kargaşası ve yanlış anlamalar geliştirdikleri ortaya konulmuştur (Ayas & Demirbaş, 1997; Özmen, 2004). Atom kavramını izleyen element, molekül ve bileşik kavramlarının kavramsal düzeyde yeterince

anlaşamadığı, özellikle moleküler yapıdaki elementler ile moleküler yapıdaki bileşikler arasındaki farkın öğrenciler tarafından ayırt edilmesinin güç olduğu ifade edilmektedir (Kırbaşlar & İnce, 2010).

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Fen bilimleri eğitiminde maddenin yapısı konusu, öğrencilerin kimya ve fen bilimleri alanında karşılaştıkları en temel ve aynı zamanda en soyut kavram alanlarından birini oluşturmaktadır. Bu kavramların doğru ve anlamlı biçimde öğrenilmesi, öğrencilerin yalnızca ilgili ünitelerdeki akademik başarılarıyla sınırlı kalmamakta, ilerleyen eğitim basamaklarında karşılaşacakları kimya konularını kavrayabilmeleri, bilimsel düşünme becerilerini geliştirebilmeleri ve kavramsal yapılarını sağlıklı biçimde inşa edebilmeleri açısından da kritik bir önem taşımaktadır. Nitekim yapılan araştırmalar, 5, 8 ve 9. sınıf öğrencilerinin “element”, “bileşik” ve “karışım/madde sınıflandırması” gibi temel kimya kavramlarını yeterli düzeyde anlayamadıklarını ve bu kavramlara ilişkin yaygın kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Coştu vd., 2007; METU, 2018; TUSED, 2019; Ünal vd., 2010).

Benzer biçimde, öğrencilerin özellikle atom–molekül, bileşik–karışım ayrımı, sembolik gösterimler ve tanecikli yapı ilişkilerinde önemli kavramsal güçlükler yaşadıkları görülmüştür (Driver, 1989; Taber, 2002). Bu bulgular, kavram yanlışlarının yalnızca bilgi eksikliğinden değil, aynı zamanda bilimsel olmayan ön kavramlardan ve günlük deneyimlere dayalı yanlış genellemelerden kaynaklandığını göstermektedir (Gabel, 1999). Dolayısıyla, öğrencilerin temel kimya kavramlarını nasıl yapılandırdıklarının belirlenmesi, bu yanlışların nedenlerinin anlaşılması açısından önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu durum aynı zamanda öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarını doğru biçimde anlamaları, kimyanın soyut doğasını kavrayabilmeleri ve üst düzey fen okuryazarlığı kazanabilmeleri açısından da büyük önem taşımaktadır. Fen okuryazarlığının geliştirilmesi, öğrencilerin maddenin yapısı, değişimi ve kimyasal tepkimeler gibi temel konularda derinlemesine anlayış geliştirmelerini gerektirmektedir (National Research Council, 2012). Bu nedenle, ortaokul düzeyinde kavramsal temellerin sağlam biçimde oluşturulması, öğrencilerin ilerleyen eğitim basamaklarında karşılaşacakları kimyasal kavramları anlamalarını kolaylaştırmaktadır (Johnstone, 1991).

Literatürde, kavram yanlışlarının erken dönemde tespit edilmediği durumlarda uzun yıllar devam edebilen ve üst düzey öğrenmeleri olumsuz etkileyen kalıcı öğrenme problemlerine yol açtığı belirtilmektedir (Çalık vd., 2007).

8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin anlama düzeylerinin belirlenmesi, öğrencilerde yaygın olarak görülen kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması, öğretmenlerin öğretim sürecinde karşılaşılan öğrenme güçlüklerini daha açık biçimde tanımlayabilmeleri ve öğretim programlarının bu yanlışları giderecek biçimde geliştirilmesine veri sağlaması açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Özmen, 2004).

Nitekim kavramsal öğrenmede yaşanan güçlüklerin, öğrencilerin yeni bilgileri yapılandırmalarını ve bilimsel düşünme süreçlerine etkin biçimde katılmalarını önemli ölçüde engellediği vurgulanmaktadır (Uzuntiryaki & Boz, 2007). Bu çerçevede, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarını anlama düzeylerini ortaya koymayı amaçlayan bu çalışma, fen eğitiminde kavramsal öğrenmenin desteklenmesine, öğretim materyallerinin geliştirilmesine ve daha etkili öğretim stratejilerinin tasarlanmasına katkı sunma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla çalışma, öğrencilerin sahip oldukları doğru ve yanlış kavramları sistematik biçimde ortaya koyarak fen eğitimi literatürüne katkı sağlamayı ve öğretim uygulamalarının iyileştirilmesine temel oluşturmayı hedeflemesi açısından önemli görülmektedir.

Araştırmadan elde edilecek bulguların, öğretim materyallerinin tasarımı, öğretim yöntemlerinin seçimi ve öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının oluşturulması için kanıta dayalı bir rehber niteliği taşıması beklenmektedir. Nitekim bu tür çalışmaların, öğrencilerin temel kimya kavramlarını ne düzeyde anladıklarını sistematik biçimde ortaya koyarak kavramsal boşlukların belirlenmesine, kavram yanlışlarının açığa çıkarılmasına ve kimya öğretiminin niteliğinin artırılmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (Boz, 2010; Sökmen & Bayram, 2002).

Ülkemizde yapılan çalışmalar da fen öğretiminde kavramsal anlama eksikliklerinin ve buna bağlı kavram yanlışlarının yaygın olduğunu göstermektedir (Buluş-Kırıkkaya & Güllü, 2008; Tekkaya vd., 2000).

Bu durum özellikle 8. sınıf düzeyinde daha belirgin hâle gelmekte, öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarını birbirleriyle ilişkili ve bütüncül bir çerçevede kavrama düzeylerinin yeterince açık biçimde ortaya konulamadığını düşündürmektedir.

Öte yandan, alan yazın incelendiğinde element, bileşik ve molekül kavramlarına yönelik yapılan çalışmaların önemli bir bölümünün tek bir ölçme aracına dayandığı, öğrencilerin bu kavramları makroskobik, submikroskobik ve sembolik düzeyler arasında nasıl ilişkilendirdiklerini ortaya koymada sınırlı kaldığı görülmektedir. Özellikle 8. sınıf düzeyinde, nicel verilerle belirlenen başarı düzeylerinin nitel verilerle desteklenerek öğrencilerin

kavramsal gerekçelendirme biçimlerini bütüncül olarak ele alan çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Bu nedenle, nicel ve nitel verilerin birlikte kullanıldığı karma yöntemli araştırmaların, öğrencilerin temel kimya kavramlarını nasıl yapılandırdıklarını daha derinlemesine ortaya koyma potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Bu doğrultuda, araştırmanın temel problemleri aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

1. 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarına yönelik anlayışları hangi düzeydedir?

2. 8. sınıf öğrencilerinin bu kavramlara ilişkin sahip oldukları olası kavram yanlışları nelerdir?

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, 8. sınıf öğrencilerinin “element”, “bileşik” ve “molekül” kavramlarını anlama düzeylerini belirlemeye yönelik olarak yürütülmüş olup aşağıda belirtilen sınırlılıklar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir:

1. Araştırmanın örneklemi, İstanbul ilinde bulunan dört farklı devlet ortaokulunda öğrenim gören toplam 520 sekizinci sınıf öğrencisi ile sınırlıdır. Elde edilen bulgular, bu örneklem grubunun özellikleri doğrultusunda değerlendirilmelidir.
2. Araştırma, 2024–2025 eğitim-öğretim yılının birinci yarıyılı ile sınırlı olup farklı eğitim-öğretim dönemlerini veya uzun süreli öğrenme süreçlerini kapsamamaktadır.
3. Araştırma, Millî Eğitim Bakanlığı 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan “Madde ve Maddenin Yapısı” ünitesine ait kazanımlarla sınırlıdır, programdaki diğer ünite ve kazanımlar araştırma kapsamı dışında tutulmuştur.
4. Araştırma, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini betimsel bir yaklaşımla incelemekte olup, kavram yanlışlarını gidermeye yönelik deneysel bir öğretim müdahalesi, öğretim tasarımı ya da karşılaştırmalı bir uygulama sürecini içermemektedir.
5. Araştırma kapsamında ele alınan kavramlar yalnızca “element”, “bileşik” ve “molekül” ile sınırlıdır. Bu kavramlarla ilişkili olan karışımlar, atom yapısı, kimyasal bağlar veya tepkimeler gibi diğer kimya kavramları araştırma kapsamına dâhil edilmemiştir.

Varsayımlar

Bu araştırma kapsamındaki varsayımlar aşağıdaki gibidir.

1. Araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencileri, çalışma kapsamındaki ölçme araçlarında yer alan soruları samimi, dikkatli ve doğru bir şekilde cevaplamışlardır.
2. Araştırma sırasında öğrencilerin fiziksel ve psikolojik durumları, cevaplarını etkileyecek düzeyde değişmemiştir.
3. Örnekleme yer alan öğrenciler, İstanbul ilindeki devlet okullarının 8. sınıf öğrencilerinin genel özelliklerini temsil edebilecek niteliktedir.
4. Uygulamanın yürütüldüğü ortam, veri toplama sürecini olumsuz etkileyecek dışsal uyarılardan arındırılmıştır.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Fen Bilimleri Eğitiminde Kavram Öğrenimi

Fen bilimleri eğitiminde öğrenmenin temelini, bireyin çevresindeki olgu ve olayları açıklamasını sağlayan kavramlar oluşturmaktadır. Kavramsal öğrenme, bireyin nesne, olay ya da olguları ortak özelliklerine göre sınıflandırması ve bu sınıflandırmaya bilimsel olarak kabul edilmiş anlamlar yüklemesi süreci olarak tanımlanabilir. Bu yönüyle kavram öğrenimi, yalnızca tanımların ezberlenmesini değil, kavramların farklı bağlamlarda kullanılabilmesini, kavramlar arası ilişkilerin kurulabilmesini ve bilimsel açıklamaların tutarlı biçimde yapılabilmesini kapsamaktadır (Duman & Avcı, 2014).

Bu çerçevede ele alındığında, kavram öğreniminin fen bilimleri eğitimi açısından önemi, öğrencilerin bilimsel bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirebilme becerisiyle doğrudan bağlantılıdır. Öğrenciler, fen derslerinde karşılaştıkları kavramları doğru ve bütüncül biçimde yapılandırabildiklerinde, yeni bilgileri önceki öğrenmeleriyle ilişkilendirebilmekte, problem çözme ve bilimsel akıl yürütme becerilerini daha etkili kullanabilmektedir. Bu nedenle kavramsal öğrenme, fen okuryazarlığının gelişimi ve öğrencilerin üst düzey bilişsel beceriler kazanması açısından temel bir gereklilik olarak görülmektedir. Ülkemizde fen eğitimi alanında yapılan derleme çalışmalar, kavram öğretiminin uzun süredir araştırma odağı olduğunu ve özellikle kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik çalışmaların ağırlık kazandığını göstermektedir (Duman & Avcı, 2014).

Kavram öğreniminin bu denli önemli olması, öğrenme sürecinde öğrencilerin sahip oldukları bilişsel altyapının dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Kavramsal öğrenmenin gerçekleşebilmesi için öğrencilerin derse mevcut ön bilgileriyle geldiklerinin kabul edilmesi gerekmektedir. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre öğrenme, bireyin yeni bilgileri önceki bilişsel yapılarıyla etkileşime sokarak anlamlandırdığı aktif bir süreçtir. Bu bağlamda, öğrencilerin sahip oldukları ön kavramlar doğru ya da yanlış olmalarına bakılmaksızın öğrenme sürecinin başlangıç noktası olarak ele alınmalıdır. Fen bilimleri öğretiminde, öğrencilerin ön tasarılarını ortaya çıkarmaya ve bu tasarıları bilimsel bilgiler doğrultusunda yeniden yapılandırmaya dayalı yaklaşımların etkili olduğu vurgulanmaktadır (Delen & Tüzün, 2024).

Ancak öğrenme sürecinde öğrencilerin ön bilgileri her zaman bilimsel doğrularla örtüşmeyebilmektedir. Bu durum, kavramsal öğrenmeyi engelleyen temel faktörlerden biri olan

kavram yanlışlarını gündeme getirmektedir. Kavram yanlışları, öğrencilerin bilimsel olarak geçerli olmayan açıklamaları doğru kabul etmeleri ve bu açıklamaları tutarlı biçimde kullanmaları durumunu ifade etmektedir. Araştırmalar, ortaokul ve lise düzeyindeki öğrencilerin fen bilimleri derslerinde sıklıkla bilimsel kavramlarla örtüşmeyen zihinsel modellere sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Örneğin, farklı fen konularında yapılan çalışmalar, öğrencilerin kavramları günlük dildeki anlamlarıyla yorumladıklarını, kavramlar arasındaki ilişkileri kurmakta zorlandıklarını ve bu durumun yeni öğrenmeleri olumsuz etkilediğini göstermektedir (Altunsoy Okvuran & Yürük, 2014). Ulusal düzeyde yapılan kapsamlı bir inceleme ise fen bilimleri eğitiminde kavram yanlışları üzerine yürütülen çalışmaların büyük bölümünün ortaokul öğrencileri üzerinde yoğunlaştığını ve bu yanlışların sistematik biçimde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Duman & Avcı, 2014).

Bu noktada, kavramsal öğrenmeyi desteklemek amacıyla geliştirilen öğretim yöntem ve teknikleri ön plana çıkmaktadır. Bu yöntem ve teknikler, öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri fark etmelerine ve bilgiyi zihinsel olarak organize etmelerine yardımcı olmaktadır. Kavram haritaları, zihin haritaları ve görsel temsillere dayalı öğretim uygulamaları, öğrencilerin soyut kavramları daha somut biçimde yapılandırmalarına olanak tanımaktadır. Yapılan araştırmalar, kavram haritalarına dayalı öğretimin öğrencilerin fen kavramlarını anlamalarında ve kalıcı öğrenme sağlamalarında etkili olduğunu göstermektedir (Sarica & Çetin, 2012). Bu bulgular, kavram öğreniminin yalnızca bilgi aktarımına değil, öğrencinin aktif katılımını ve anlam kurma sürecini destekleyen öğrenme ortamlarına dayalı olarak gerçekleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, fen bilimleri eğitiminde kavram öğrenimi, öğrencilerin bilimsel bilgiyi anlamlı, tutarlı ve kalıcı biçimde yapılandırmalarını sağlayan temel bir süreçtir. Kavramların doğru öğrenilmesi, kavram yanlışlarının erken dönemde belirlenmesi ve öğretim sürecinin bu doğrultuda düzenlenmesi, fen öğretiminin etkililiğini artırmaktadır. Özellikle ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalar dikkate alındığında, kavram öğrenimine yönelik kuramsal temelli ve öğrenci merkezli yaklaşımların fen bilimleri eğitiminde vazgeçilmez bir yere sahip olduğu görülmektedir (Delen & Tüzün, 2024; Duman & Avcı, 2014). Fen bilimleri eğitiminde kavramların doğru ve kalıcı biçimde yapılandırılabilmesi, öğrencilerin bilimsel olguları farklı gösterim düzeyleri üzerinden bütüncül olarak yorumlayabilmelerini gerektirmektedir. Bu gereklilik, kimya öğretiminde kimyasal olayların makroskobik, submikroskobik ve sembolik düzeylerde ele alındığı kimyasal gösterimin üç düzeyi yaklaşımıyla kuramsal bir temel kazanmaktadır.

Kimyasal Gösterimin Üç Düzeyi

Kimyanın anlaşılmasını güçleştiren temel özelliklerden biri, kimyasal olguların doğası gereği soyut bir yapıya sahip olması ve bu olguların aynı anda üç farklı temsil düzeyinde öğrenilmesini gerektirmesidir. Johnstone'un (1982) kimya eğitimine kazandırdığı “üçlü eğitim modeli” kimyasal süreçlerin makroskobik, submikroskobik (partiküler/tanecikli) ve sembolik düzeylerde kavranması gerektiğini belirtir. Bu temsil düzeyleri kimyanın gözlenebilir, görünmeyen tanecikli ve sembolik matematiksel boyutlarını yansıtarak kimyasal olayların bütüncül olarak anlaşılmasını amaçlar. Ancak araştırmalar, öğrencilerin bu üç düzey arasında sistematik bir ilişki kuramadıkları durumlarda kimyasal kavramları yalnızca ezberlenen formüller ve sözel ifadeler olarak algıladıklarını göstermektedir (Gabel, 1999).

Üçlü temsil sisteminin öğrenme üzerindeki etkisi, özellikle kimyasal bağlar, çözünme, tepkimeler ve madde değişimleri gibi konularda belirgin hâle gelmektedir. Makroskobik düzeyde gözlenen bir olayın (örneğin çökelti oluşumu veya renk değişimi) tanecikli düzeydeki açıklaması yapılmadığında, öğrenciler kimyasal değişimlerin nedenlerini anlamakta zorlanmakta ve yanlış zihinsel modeller geliştirebilmektedir (Harrison & Treagust, 2000). Bu durum, kavram yanlışlarının oluşmasına ve kimyanın “formüller bilimi” gibi algılanmasına yol açmaktadır.

Nitekim öğrencilerin sembolik düzeyde bir kimyasal tepkime denkleştirebilmeleri, o denklemde temsil edilen atomların ve moleküllerin submikroskobik düzeyde nasıl düzenlendiğini anlamalarını gerektirir (Chittleborough & Treagust, 2007).

Gilbert ve Treagust 'un (2009) belirttiği gibi kimya öğreniminin kalıcı hâle gelmesi, öğrencilerin üç temsil düzeyi arasında zihinsel köprüler kurabilme becerisine bağlıdır. Bu ilişkilendirme gerçekleşmediğinde öğrenciler sembolik düzeyi mekanik olarak uygularken, makroskobik ve tanecikli düzeylerdeki süreçleri anlamlı bir şekilde yorumlayamamaktadırlar. Bu nedenle etkili kimya öğretiminin, yalnızca bilgiyi aktarmak değil, öğrencilerin temsil düzeyleri arasında geçiş yapmalarını sağlayacak öğrenme ortamları oluşturmak olduğu vurgulanmaktadır (Wu vd., 2001). Sonuç olarak üçlü eğitim modeli, kimya eğitiminin epistemolojik temelini oluşturan bir çerçeve olup öğrencilerin kimyayı bütünsel bir şekilde anlamalarında kilit bir rol oynamaktadır. Temsil düzeylerinin birbirinden kopuk öğretilmesi öğrenme güçlüklerini artırırken temsil düzeylerinin entegrasyonunu hedefleyen pedagojik yaklaşımlar öğrencilerin kavramsal gelişimini önemli ölçüde desteklemektedir (Talanquer, 2011).

Bu nedenle, kimya öğreniminde hangi tür deneyimlerin ilk kavramsal çerçeveyi oluşturduğunu anlamak için, öncelikle makroskobik düzeyin ele alınması anlamlı bir başlangıç noktası olarak görülebilir.

Kimyanın Makroskobik Düzeyi

Makroskobik düzey, kimyasal olayların öğrenciler tarafından doğrudan gözlenebildiği, ölçülebildiği ve deneysel uygulamalar sırasında somut olarak deneyimlenebildiği fiziksel boyutu ifade eder. Bu düzeyde öğrenciler maddenin renk değişimi, çökelti oluşumu, gaz çıkışı, sıcaklık artışı veya azalışı, kütle değişimleri ya da çözünen maddelerin davranışları gibi gözlenebilir tepkime özellikleriyle etkileşirler (Chang & Overby, 2011). Kimya eğitimin başlangıç aşamasında öğrenme sürecinin çoğu, öğrencilerin bu tür makroskobik gözlemleri yorumlamasına dayanır. Bu nedenle makroskobik düzey, kavramsal öğrenme için hem bir çıkış noktası hem de daha soyut düzeylere geçişte temel bir köprü işlevi görmektedir. Makroskobik düzeyde gözlenen olaylar öğrencilerin ilgisini çekmekte ve kavramlara yönelik ilk zihinsel temsillerin oluşmasını sağlamaktadır ancak bu gözlemlerin tek başına yeterli olmadığı uzun süredir bilinmektedir.

Çünkü öğrenciler çoğu zaman, gözlenen değişimleri açıklarken bu görünür olayların atomik, moleküler veya iyonik düzeyde nasıl gerçekleştiğini anlayamazlar (Harrison & Treagust, 2000). Örneğin bir çökelti tepkimesinde iki saydam çözeltinin karıştırıldığında katı bir maddenin oluşması, öğrencinin gözünde yalnızca “Bir şeyler çöktü.” şeklinde kalabilir. Oysa bu olay iyonların yeniden düzenlenmesi, kimyasal bağların oluşması ve yeni bir madde ortaya çıkması gibi submikroskobik süreçleri içermektedir. Bu tür tanecikli süreçlerin gözlenebilir sonuçlara nasıl dönüştüğünü kavrayamayan öğrenciler, kimyasal değişimin özünü anlamakta zorlanmaktadır.

Araştırmalar, makroskobik düzeyde sunulan bilgilerin öğrencilerin zihinsel modellerinde çoğu zaman yüzeysel kaldığını, özellikle maddenin tanecikli yapısını anlamada bu düzeyin tek başına yeterli olmadığını ortaya koymaktadır (Driver vd., 2014). Öğrenciler bazen makroskobik gözlemleri kendi günlük deneyimlerine dayalı sezgisel açıklamalarla yorumlamakta ve bu durum yanlış kavramsal çıkarımlara yol açmaktadır. Örneğin çözünen bir maddenin yok olduğu, kaybolduğu veya sıvının içinde görünmez hâle geldiği gibi yanlış çıkarımlar, makroskobik düzeyde yapılan gözlemlerin tanecikli düzeyde bütünleştirilmediği durumlarda sıkça görülmektedir (Stavridou & Solomonidou, 1989). Bu nedenle makroskobik düzeyde gerçekleşen her gözlemin, öğrencilerin zihinsel modellerini derinleştirebilmesi için

submikroskopik ve sembolik düzeylerle ilişkilendirilerek açıklanması gerekmektedir. Gilbert ve Treagust'un (2009) belirttiği gibi, üç temsil düzeyi birlikte kullanıldığında öğrencilerin kimyasal süreçleri anlaması kolaylaşmakta, makroskopik gözlemler soyut tanecikli düzeydeki olayları açıklamak için bir bağlama dönüşmektedir. Etkili kimya öğretimi, makroskopik deneyimlerin yalnızca sunulmasıyla değil aynı zamanda bu deneyimlerin tanecik modeli ve sembolik gösterimlerle bağlantılandırılmasıyla gerçekleşmektedir.

Böylece öğrenciler, kimyasal olguların “görünen” ve “görünmeyen” boyutlarını bütüncül olarak kavrayabilmektedir. Makroskopik düzeyde yapılan gözlemler öğrencilerin kimyasal olaylara ilişkin ilk yorumlarını oluşturmalarına katkı sağlasa da, bu gözlemlerin arka planındaki süreçler her zaman doğrudan anlaşılmayabilir. Bu noktada, gözlenemeyen ancak bu değişimlerin temelini oluşturan tanecikli yapıların dikkate alınması, yani submikroskopik düzeye yönelmek, kimyasal süreçlerin daha ayrıntılı biçimde ele alınmasına imkân tanımaktadır.

Submikroskopik (Tanecikli) Düzey

Submikroskopik düzey, kimyasal olayların atomlar moleküller iyonlar ve elektronlar gibi doğrudan gözlenmeyen tanecikli düzeyde gerçekleştiğini açıklayan temsil boyutudur. Bu düzey kimyanın kuramsal temelini oluşturur ve kimyasal süreçlerin gerçek mekanizmalarının anlaşılabilmesi bir bilişsel çerçeve sunar. Maddenin tanecikli yapısı atomların sürekli hareket hâlinde olduğu moleküllerin belirli enerji seviyelerine sahip olduğu ve kimyasal bağların elektron paylaşımı veya elektron alışverişi ile oluştuğu gibi kavramları içerir. Ancak bu süreçlerin tamamen görünmez ve soyut olması nedeniyle submikroskopik düzey öğrencilerin en fazla zorlandığı temsil düzeyi olarak bilinmektedir (Novick & Nussbaum, 1981).

Fen eğitimi literatürü, öğrencilerin, kimyasal değişimleri ve maddenin davranışını açıklarken submikroskopik düzeyde tutarlı zihinsel modeller kurmakta güçlük çektiklerini ortaya koymaktadır. Öğrenciler çoğu zaman atomları “küçük katı toplar”, molekülleri ise “durağan yapılar” olarak algılamakta; taneciklerin rastgele hareket ettiğini, çarpıştığını, enerji alışverişinde bulunduğunu ya da bağların oluşup bozulduğunu doğru şekilde içselleştirmekte zorlanmaktadır (Harrison & Treagust, 2000). Bu durum kimyasal reaksiyonların dinamik doğasının öğrenciler tarafından tam olarak anlaşılmasını engellemekte ve kavram yanlışlarına zemin hazırlamaktadır. Örneğin öğrenciler bir çözelti içindeki iyonların dağılmasını “maddenin kaybolması” ya da “sıvının içinde görünmez hâle gelmesi” şeklinde yanlış yorumlayabilir. Benzer şekilde yanma tepkimesinde kütle artışı ve kaybı gibi makroskopik sonuçlar, tanecikli

düzeydeki düzenlemeleri kavrayamayan öğrenciler için anlaşılabilirliği güçleştirmektedir (Driver vd., 2014).

Submikroskopik düzeyin öğrenciler tarafında doğru anlaşılması kimyasal tepkimelerin mantığını kavrayabilmek için gereklidir. Çünkü bu düzey bağların nasıl oluştuğunu, atomların nasıl yeniden düzenlendiğini, enerji değişimlerinin nasıl gerçekleştiğini ve kimyasal denklemlerde sembolik olarak gösterilen süreçlerin gerçekte nasıl işlendiğini açıklamaktadır (Talanquer, 2011). Bu nedenle submikroskopik düzeyde görülen öğrenme eksiklikleri öğrencilerin hem sembolik düzeyi hem de makroskopik gözlemleri anlamlandırılmasını olumsuz etkileyerek öğrenmenin bütüncül yapısını zayıflatmaktadır.

Araştırmalar bu düzeydeki öğrenmenin desteklenmesinde görsel ve dinamik modellerin önemli rol oynadığını göstermektedir. Moleküler modeller, etkileşimli animasyonlar, bilgisayar simülasyonları, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve üç boyutlu öğrenme materyalleri taneciklerin davranışlarını somutlaştırarak öğrencilerin zihinsel modellerini geliştirmektedir (Sanger & Greenbowe, 1997; Tasker & Dalton, 2006). Özellikle dinamik modellemeler taneciklerin sürekli hareketini, çarpışma sıklığını, enerji değişimlerini ve kimyasal bağların oluşma/bozulma süreçlerini zaman içinde göstererek soyut kavramların anlaşılabilirliğini artırmaktadır.

Sonuç olarak submikroskopik düzey kimya eğitiminin en temel ve en karmaşık temsil boyutudur. Öğrencilerin kimyasal olguları derinlemesine anlayabilmeleri ancak bu düzeyde tutarlı zihinsel modeller oluşturabilmeleriyle mümkündür. Bu nedenle submikroskopik düzey etkili kimya öğretiminde sistematik olarak desteklenmesi gereken bir öğrenme alanıdır. Tanecikli düzeyde yapılan bu açıklamalar, kimyasal olayların nasıl gerçekleştiğine ilişkin önemli bir bakış açısı sunmakla birlikte, bu süreçlerin bilimsel olarak ifade edilmesi ve paylaşılması genellikle sembolik araçlar aracılığıyla gerçekleşmektedir.

Atomların, moleküllerin ve bağların semboller ve denklemler yoluyla temsil edildiği sembolik düzey, kimyasal bilginin yapılandırılmasında ayrı bir boyut olarak görülebilir.

Sembolik Gösterimler Düzeyi

Sembolik düzey kimyasal olayların formüller, kimyasal denklem eşitlikleri, mol kavramı, matematiksel hesaplamalar, grafikler, orbitaller ve elektron dağılımı gibi sembolik araçlarla ifade edildiği temsil düzeyidir (Johnstone, 1993). Bu düzey kimyanın kendine özgü "dilini" oluşturan soyut bir yapıya sahiptir ve kimyasal süreçlerin kısa, sistematik ve evrensel bir şekilde gösterilmesine olanak tanır (Lemke, 1998). Ancak sembolik dilin başarılı bir şekilde

anlaşılması, makroskobik düzeyde gözlenen olaylarla ve submikroskobik düzeyde gerçekleşen tanecikli süreçlerle tutarlı bir biçimde ilişkilendirilebilmesine bağlıdır.

Kimya eğitimi araştırmaları, öğrencilerin sembolik düzeyde başarılı görünseler bile çoğu zaman sembollerin taşıdığı anlamı derinlemesine kavrayamadıklarını göstermektedir. Örneğin bir öğrencinin suyun formülünü H_2O olarak yazabilmesi onun iki hidrojen atomunun bir oksijen atomuyla kovalent bağ yaparak bir molekül oluşturduğu bilgisini aldığı anlamına gelmeyebilir (Chittleborough & Treagust, 2007). Bu durum sembolik düzeyde yapılan işlemlerin mekanik olarak ezberlendiğini ancak temsil ettikleri tanecikli süreçlerin öğrencinin zihinde somutlaşmadığını göstermektedir.

Benzer şekilde kimyasal denklem denkleştirme konusu da sık karşılaşılan bir örnektir. Öğrenci, tekniği öğrenerek denklemi matematiksel olarak doğru biçimde denkleştirebilir. Ancak atomların tepkime sürecinde nasıl yeniden düzenlendiğini, bağların nasıl kırılıp oluştuğunu veya ürünlerin neden o şekilde meydana geldiğini açıklayamadığında öğrenme yüzeysel kalmaktadır (Hu & Rebello, 2013). Bu nedenle sembolik düzeyde yapılan her işlem tanecikli düzeydeki karşılığıyla ilişkilendirildiğinde kavramsal öğrenmeye katkı sağlar.

Sembolik düzeyin öğrencilere güçlük çıkarmasında önemli bir neden kimyasal sembollerin aynı anda çok sayıda anlam taşıyabilmesidir.

Örneğin O_2 ifadesi hem bir molekül hem bir element hem de sıcaklık ve basınç koşullarında belirli bir hacim ve kütleye sahip bir gaz örneği olarak kullanılabilir. Öğrencilerin bu çoklu anlamları ayırt edecek kavramsal esnekliğe sahip olması gerekir (Bucat & Mocerino, 2009). Bu durum sembolik dilin tek başına öğretilmesinin yetersiz olduğunu, makro ve mikro düzeylerde sürekli ilişkilendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Gilbert ve Treagust'un (2009) belirttiği gibi kimya öğretiminin amaçlarından biri öğrencilerin bu üç temsil düzeyini birbirinden bağımsız bölümler olarak değil birbirine bağlı bir bütün olarak görmesini sağlamaktır. Sembolik düzey bu bütünün en soyut ve zihnin en yorucu parçası olduğu için öğrencilere modelleme simülasyonlar, deney sonuçlarının sembolleştirilmesi ve üç düzey arasında çeviri yaptırma gibi öğretim yöntem/tekniklerle destek verilmesi önerilmektedir (Kozma & Russell, 1997).

Sonuç olarak sembolik düzey kimyanın bilimsel dilini temsil eden kritik bir boyut olmakla birlikte bu düzeyde gerçek anlamlı öğrenme ancak makroskobik gözlemler ve submikroskobik süreçlerle bütünleştirildiğinde gerçekleşmektedir. Öğrencilerin sembolik gösterimlere hâkim olması için kimyasal süreçleri hem nicel hem de nitelik olarak

anlayabilmeleri zorunludur. Bütüncül bakış açısı, kimya öğretiminde kullanılan gösterimlerin öğrencilerin düşünme ve anlamlandırma süreçlerindeki rolünü daha görünür kılmaktadır. Bu bağlamda, kimyasal gösterimlerin öğretim sürecindeki rolü ve öğrencilerin kavramsal yapılandırma süreçlerine katkısı ayrıntılı biçimde değerlendirilmektedir.

Kimyasal Gösterimin Önemi

Kimya öğretiminde kimyasal gösterimler yalnızca bilgiyi kısaltarak ifade etmeye yarayan teknik semboller değil, aynı zamanda öğrencilerin kimyasal olayları düşünme, anlamlandırma ve problem çözme biçimlerini şekillendiren temel bilişsel araçlar olarak kabul edilmektedir. Öğrencinin bir maddeyi formülüyle tanınması, bir tepkimeyi denklemlerle ifade etmesi ya da grafik ve şemalar üzerinden yorum yapabilmesi, kimya disiplininin kendine özgü dilini kullanabilmesi anlamına gelmektedir. Bu bağlamda kimyasal gösterimler, kimya okuryazarlığının vazgeçilmez bileşenlerinden biridir ve çağdaş fen öğretim programlarında “bilimsel temsil ve model kullanma” önemli bir öğrenme alanı olarak tanımlanmaktadır (Ainsworth, 2006; Tsui & Treagust, 2010).

Dolayısıyla kimyasal gösterimlerin yalnızca bir “dil” değil, aynı zamanda öğrencilerin doğrudan gözleyemedikleri kimyasal gerçeklikleri zihinsel olarak inşa etmelerine aracılık eden bilişsel temsiller olduğu görülmektedir. Bu bakış açısı, kimyasal gösterimlerin özellikle soyut kimya kavramlarının öğrenilmesindeki merkezi rolünü açıklamakta ve bir sonraki paragrafta ele alınan temsil temelli öğrenme gerekliliğine kuramsal bir zemin hazırlamaktadır.

Kimyasal gösterimler, özellikle soyut kavramların öğrencinin zihninde yapılandırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Atom, molekül, iyon, enerji seviyesi, bağ türleri, denge, asit-baz ve redoks gibi pek çok temel kimya kavramı doğrudan gözlemlenebilir değildir.

Bu kavramların öğrenilmesi büyük ölçüde sembolik ve görsel temsillere dayanır. Araştırmalar, çoklu temsillerin (formüller, denklemler, grafikler, molekül modelleri, şemalar) öğrencilerin kavramsal anlayışını derinleştirdiğini ve kalıcı öğrenmeyi desteklediğini göstermektedir (Ainsworth, 1999; Mayer, 2005). Bununla birlikte temsil çeşitliliği tek başına bir avantaj değildir, doğru yapılandırılmadığında öğrenciler için ek bir bilişsel yük ve karışıklık kaynağı olabilmektedir. Bu nedenle kimyasal gösterimlerin pedagojik açıdan nasıl seçildiği ve nasıl açıklandığı büyük önem taşımaktadır.

Literatürde “temsil yetkinliği” (representational competence) olarak adlandırılan beceri, öğrencinin bir temsil türünü (örneğin bir kimyasal denklem ya da yapı formülü) doğru biçimde

okuma ve yorumlama, bu temsili başka bir temsile (örneğin sözel açıklama veya tanecik modeli) dönüştürebilme ve temsilin sınırlarının farkında olabilme becerisini ifade etmektedir (Kozma & Russell, 1997; Schönborn & Anderson, 2009). Kimyasal gösterimin önemi tam da bu noktada ortaya çıkmaktadır. Öğrenciler bir formülü yalnızca yazılı bir kod olarak değil, belirli bir tanecikli yapının, bağ düzeninin ve maddenin özelliklerinin kısa bir ifadesi olarak görmeye başladıklarında, kimyasal düşünme süreçleri niteliksel olarak değişmektedir. Bu dönüşüm, kimya bilgisinin ezberlenen bilgilerden kavramsal ve ilişkilendirilmiş bilgiye doğru ilerlemesini sağlamaktadır.

Çalışmalar, kimyasal gösterimlerin özellikle problem çözme ve akıl yürütme süreçlerinde merkezi bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Mol hesaplamaları, stokiyometrik ilişkiler, denge sabitleri, pH hesaplamaları, enerji değişimleri ile hız–zaman ve derişim–zaman grafiklerinin yorumlanması gibi birçok kimya problemi, sembolik ve matematiksel gösterimlerin doğru biçimde kurulmasını ve kullanılmasını gerektirmektedir (Gabel, 1999; Johnstone & Selepeng, 2001). Bu tür problemlerde zorlanan öğrencilerin önemli bir bölümünün, kavramsal bilgiden önce temsil sistemlerinde güçlük yaşadığı, özellikle sembolik, grafiksel ve cebirsel gösterimler arasında geçiş yapmada zorlandığı rapor edilmiştir (Liu & Lesniak, 2006). Dolayısıyla kimyasal gösterimin önemi yalnızca kavramsal anlamayı değil, aynı zamanda bilimsel muhakeme ve nicel düşünme becerilerini de kapsamaktadır.

Kimyasal gösterimler aynı zamanda fen okuryazarlığının toplumsal boyutu açısından da önemlidir. Günlük yaşamda karşılaşılan birçok bilgi (ilaç prospektüsleri, güvenlik etiketleri, çevre kirliliği verileri, atmosfer bileşimi, gıda içerikleri, enerji ve emisyon raporları vb.) kimyasal ve sayısal temsiller içermektedir. Öğrencilerin bu temsil biçimlerini okuyup yorumlayabilmesi, kimya bilgisini sınıf dışına taşıyarak gerçek yaşamla ilişkilendirebilmesinin ön koşuludur (Prain & Waldrup, 2006). Bu nedenle kimyasal gösterimleri anlamak yalnızca akademik başarı için değil, bireyin karar verme, risk değerlendirme ve bilimsel bilgiye eleştirel yaklaşma becerileri açısından da önemli görülmektedir.

Öte yandan kimyasal gösterimin önemi, kavram yanlışlarının oluşumu ve giderilmesi açısından da vurgulanmaktadır. Yanlış kullanılan veya yeterince açıklanmayan temsiller, öğrencilerin hatalı zihinsel modeller oluşturmalarına yol açabilmektedir. Örneğin düz çizimlerle gösterilen molekül modelleri, öğrencilerin molekülleri iki boyutlu ve durağan yapılar olarak algılamasına neden olabilmektedir (Schönborn & Anderson, 2006). Bu nedenle temsillerin pedagojik amaçlara uygun olarak seçilmesi, temsiller arasındaki ilişkilerin ve dönüşümlerin açıkça gösterilmesi ve öğrencilerin bu temsilleri eleştirel biçimde tartışmalarına

fırsat verilmesi, kimyasal gösterimin önemini doğrudan ortaya koyan bir başka boyuttur (Adadan, 2013).

Sonuç olarak kimyasal gösterim, kimya öğretiminin yalnızca “yan unsuru” değil, bizzat kimyasal düşünmenin temelini oluşturan bir bileşendir. Öğrencilerin kimyasal gösterimlerle çalışabilme becerileri geliştikçe, makroskobik gözlemler, submikroskobik süreçler ve sembolik ifadeler arasında anlamlı bağlantılar kurulabilmekte, bu da kimyanın zor ve soyut bir ders olmaktan çıkarak daha anlaşılır ve işlevsel bir bilgi alanına dönüşmesini sağlamaktadır. Bu nedenle kimyasal gösterimlerin amaçlı, sistematik ve çok katmanlı kullanımı, çağdaş kimya eğitimi yaklaşımlarının merkezinde yer almaktadır. Öğrencilerin kimyasal kavramları nasıl yapılandırdıkları ve bu gösterimleri hangi anlam çerçeveleri içinde kullandıklarıyla yakından ilişkilidir. Bu çerçevede, öğrencilerin sahip oldukları kavramsal yapılar ve bu yapılar içinde ortaya çıkan kavram yanlışları, kimya öğrenimini anlamada önemli bir boyut oluşturmaktadır.

Kavram Yanlışları ve Öğrencilerin Kavramsal Anlayışları

Fen eğitimi alanında öğrenme sürecini etkileyen en önemli faktörlerden biri, öğrencilerin sahip olduğu ön bilgiler ve bu ön bilgilerin içerisinde yer alan kavram yanlışlarıdır (Driver vd., 2014). Öğrenciler karşılaştıkları fen olaylarını anlamlandırmaya çalışırken çoğunlukla kendi günlük deneyimlerine, sezgilerine ve önceki öğrenmelerine başvururlar (Vosniadou, 2013). Bu süreç, bilimsel kavramlarla çelişen ancak öğrencinin zihninde tutarlı görünen alternatif açıklamaların gelişmesine yol açabilmektedir. Driver, Guesne ve Tiberghien’in (1985) ortaya koyduğu gibi kavram yanlışları yalnızca yanlış bilgiler değil, öğrencinin dünyayı anlamlandırma çabası sırasında oluşturduğu, dirençli, sistematik ve güçlü zihinsel yapılardır.

Bu çerçevede kavram yanlışları, öğrencilerin bilimsel bilgiyi yapılandırma süreçlerinde önemli bir belirleyici olarak ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin mevcut zihinsel modelleri ile bilimsel açıklamalar arasındaki uyumsuzluk, yalnızca belirli kavramların yanlış öğrenilmesine değil, aynı zamanda kavramlar arası ilişkilerin eksik veya hatalı kurulmasına da neden olmaktadır. Bu durum, fen eğitiminde öğrenmenin yalnızca bilgi edinme süreci olarak değil, öğrencinin sahip olduğu ön bilgilerin yeniden yapılandırılması süreci olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla kavram yanlışlarının anlaşılması, öğrencilerin bilimsel kavramları ne ölçüde anlamlandırabildiklerinin belirlenmesi ve kavramsal anlayışın geliştirilmesi açısından önemli bir kuramsal temel oluşturmaktadır.

Kavramsal anlayış, öğrencinin bir kavramı ezberlemesinden ziyade, kavramın anlamını, kapsamını, sınırlarını, diğer kavramlarla ilişkilerini ve farklı bağlamlarda nasıl kullanıldığını

bilmesine dayanmaktadır (Ausubel vd., 1978; Novak, 2010). Novak'ın (1990) belirttiği gibi kavramsal anlayış, öğrenmenin derinlik kazanması açısından merkezi bir unsurdur ve öğrencinin bilgiyi farklı durumlara transfer edebilmesini gerektirir. Ancak araştırmalar, okul fen eğitiminin sıklıkla ezber odaklı yürütülmesi nedeniyle öğrencilerin öğrendikleri kavramları gerçek yaşam bağlamlarına uygulamakta zorlandıklarını göstermektedir (Osborne & Cosgrove, 1983). Öğrencinin sınıfta öğrendiği bilimsel kavram ile günlük yaşamda gözlemlediği durumlar arasında köprü kuramaması, öğrenmenin yüzeysel ve kalıcı olmayan bir yapıda kalmasına yol açmaktadır.

Kimya öğretimi özelinde bu durum daha da belirgindir (Cooper & Klymkowsky, 2013). Kimyanın soyut doğası, atomlar, moleküller, iyonlar, bağ enerjileri ve elektron hareketleri gibi doğrudan gözlemlenemeyen yapı ve süreçler içermesi nedeniyle öğrencilerin kavramsal anlayış geliştirmesini güçleştirmektedir (Gabel, 1999).

Nakhleh (1992), kimya öğrenimindeki güçlüklerin büyük bir bölümünün öğrencilerin tanecikli yapıyı ve submikroskopik süreçleri yanlış veya eksik anlamalarından kaynaklandığını, bunun da kimyasal bağlar, çözünme, tepkimeler, kimyasal denklemler, element-bileşik ayrımı ve maddenin hâl değişimleri gibi temel konularda ciddi kavram yanlışlarına yol açtığını göstermektedir. Öğrencilerin bu alanlarda geliştirdiği kavram yanlışları zamanla pekişerek daha karmaşık kimya konularının anlaşılmasını da zorlaştırmakta, dolayısıyla kavramsal hatalar tüm öğrenme sürecini zincirleme biçimde etkilemektedir.

Bu nedenle kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi, fen eğitimi araştırmalarında hem kuramsal hem de uygulamalı açıdan önemli bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Kavram yanlışlarının fen öğreniminin “kaçınılmaz ancak yönetilebilir” bir parçası olduğu ve uygun pedagojik yöntemlerle sistematik biçimde dönüştürülebileceği vurgulanmaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu yanlış kavramsal yapılar ortaya çıkarılmadan yürütülen herhangi bir öğretim sürecinin etkili olma olasılığı düşüktür. Çünkü bilimsel kavramların doğru biçimde öğrenilmesi, öğrencinin mevcut yanlış inançlarıyla yüzleşmesini ve zihinsel modellerini yeniden yapılandırmasını gerektirmektedir (Chi, 2008). Bu bağlamda kavram yanlışlarının tespiti, fen eğitiminin kalite ve niteliğini artırmak açısından kritik bir aşama olarak değerlendirilmektedir (Vosniadou, 2014).

Kavram Yanlışlarının Tanımı ve Sınıflandırılması

Kavram yanlışları, öğrencilerin bilimsel bir kavrama ilişkin geliştirdikleri yanlış, eksik, tutarsız ya da bilimsel açıklamalarla çelişen alternatif bilişsel yapılar olarak tanımlanmaktadır (Wandersee vd., 1994). Bu bilişsel yapılar çoğunlukla öğrencilerin kendi zihinsel modellerine,

günlük deneyimlerine veya sezgisel açıklamalarına dayanmakta ve öğretmen tarafından sunulan bilimsel bilgilerle uyumsuzluk göstermektedir. Fen eğitimi literatüründe kavram yanlışlarının rastlantısal hatalardan ibaret olmadığı, aksine oldukça tutarlı, dirençli ve köklü bilişsel örgütlenmeler olduğu vurgulanmaktadır. Bu nedenle kavram yanlışları, öğrencinin öğrenme sürecinde karşılaştığı bilimsel bilgilerle doğrudan çatışma yaşayan güçlü zihinsel yapılar olarak değerlendirilmektedir. Kavram yanlışları çeşitli ölçütlere göre sınıflandırılmaktadır (Duit, 2009). Kaynaklarına göre ele alındığında, günlük yaşam deneyimlerinden kaynaklanan yanlışlar öğrencilerin çevredeki fiziksel olayları yüzeysel özelliklere dayanarak yorumlamasından doğmaktadır.

Örneğin gazların ağırlığının olmadığı düşünülmesi bu tür yanlışlara örnek olarak verilebilir (Driver vd., 1985). Dilsel yanlış anlamalardan kaynaklanan yanlışlar ise bilimsel terimlerin gündelik anlamlarıyla karıştırılmasından ileri gelmektedir, “çözünme”nin “yok olma” olarak yorumlanması bu duruma tipik bir örnektir (Taber, 2001). Öğretim sürecinden kaynaklanan yanlışlar, öğretmenin eksik ya da hatalı açıklamaları veya uygun olmayan öğretim yöntemleri nedeniyle ortaya çıkabilmektedir (Hashweh, 1987). Bunun yanı sıra sembolik dil, modeller ve temsil sistemlerinden kaynaklanan yanlışlar da fen eğitiminde oldukça yaygındır. Örneğin atomun “Güneş sistemi modeliyle” birebir aynıymış gibi düşünülmesi bu kategori içerisinde değerlendirilmektedir (Harrison & Treagust, 2000). Kavram yanlışları niteliklerine göre incelendiğinde ise eksik kavramlar, aşırı genellemeler, yanlış ilişkilendirmeler ve öğrencinin bilimsel kavramın yerine geliştirdiği alternatif zihinsel modeller gibi türlere ayrılmaktadır. Posner vd.nin (1982) kavramsal değişim kuramı kapsamında vurguladığı bu farklılıklar, öğrenme sürecinde bilimsel bilginin benimsenebilmesi için öğrencinin mevcut bilişsel yapılarının yeniden düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tüm bu sınıflandırmalar, kavram yanlışlarının tanımlanmasında, nedenlerinin anlaşılmasında ve bu yanlışların giderilmesine yönelik en uygun öğretim stratejilerinin belirlenmesinde araştırmacılara önemli bir rehberlik sağlamaktadır. Bu durumun en belirgin biçimde gözlemlendiği alanlardan biri, kimyanın tanecikli yapı temelli kavramları olan element, molekül ve bileşik kavramlarıdır.

Element, Molekül ve Bileşik Kavramlarına Yönelik Öğrenci Yanlışları

Kimya eğitimi literatürü, öğrencilerin maddeyi tanecikli yapı bağlamında açıklamakta güçlük yaşadığını ve bu durumun element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin yaygın ve kalıcı kavram yanlışlarına neden olduğunu göstermektedir (Nakhleh & Postek, 2008; Talanquer, 2011). Öğrencilerin özellikle atom, molekül ve bileşik arasındaki hiyerarşik

ilişkileri ve bu kavramların temsil ettiği tanecikli yapıyı doğru biçimde kuramadıkları, dolayısıyla bu kavramları çoğu zaman birbirinin yerine kullandıkları görülmektedir (Gabel vd., 1987).

Bu kavramların yanı sıra bunların temelini oluşturan element kavramına ilişkin en yaygın yanlışlardan biri, elementin “tek bir atomdan ibaret” olduğu düşüncesidir (Harrison & Treagust, 2002). Öğrenciler elementin tanımını atomik düzeyle özdeşleştirme eğiliminde oldukları için elementlerin moleküler hâlde de bulunabileceğini (örneğin O₂, N₂ gibi iki atomlu element molekülleri) çoğu zaman göz ardı edebilmektedir.

Benzer şekilde element sembollerinin bizzat maddenin kendisi olduğu yönündeki yanlış anlamalar da sıkça görülmektedir.

Baker (2000) ile Coll ve Treagust’un (2003) çalışmalarında, element sembollerinin öğrenciler tarafından maddelerin fiziksel karşılıkları gibi algılandığı, sembollerin soyut birer temsil olduğu fikrinin yeterince gelişmediği rapor edilmiştir. Bu sembollerin bir araya gelerek formüllere dönüşmesi ve bu durumun süreci daha karmaşık hale dönüştürmesinin ilk adımlarından olan molekül kavramı bu duruma örnektir.

Molekül kavramı da öğrenciler için önemli bir kavramsal güçlük alanı oluşturmaktadır (Barker & Millar, 2000). Araştırmalar, molekülün yalnızca bileşiklere özgü bir yapı olduğu düşüncesinin oldukça yaygın olduğunu ortaya koymaktadır (Taber, 2002). Öğrenciler çoğu zaman molekül kavramını “farklı atomlardan oluşmuş bir birim” olarak tanımlamakta, bu nedenle aynı tür atomlardan oluşan element moleküllerinin molekül olarak kabul edilmesini kavramakta zorlanmaktadır. Novick ve Nussbaum’un (1981) klasik çalışması, öğrencilerin atom ve molekülü büyüklük açısından yanlış karşılaştırdıklarını ve molekülü çoğu zaman atomdan daha küçük bir yapı olarak algıladıklarını göstermektedir.

Ayrıca moleküllerin statik, hareketsiz ve sert yapılar olduğu yönündeki sezgisel algılar, öğrencilerin tanecik hareketlerini anlamalarını engellemekte ve gaz, sıvı ya da çözünme süreçlerinin açıklanmasını güçleştirmektedir. Gabel vd. (1987), moleküllere ilişkin bu durağan ve iki boyutlu algıların öğrencilerin submikroskopik düzeyde doğru zihinsel modeller kurmasını engellediğini vurgulamaktadır. Bu da öğrenci nezdinde, moleküler yapıda element ve moleküler yapıda bileşik oluşumlarını kavramakta zorlandıklarını gösterebilir.

Bileşik kavramına ilişkin yanlışlar da literatürde geniş yer tutmaktadır (Nyachwaya vd., 2011). Öğrencilerin bileşikleri karışımlara benzer şekilde fiziksel yollarla ayrılabilen yapılar olarak görmeleri sık karşılaşılan bir durumdur (De Vos & Verdonk, 1996). Bu yanlış,

madde sınıflandırılmasının temel ilkelerinin ve kimyasal bağların doğasının yeterince anlaşılmamasından kaynaklanmaktadır (Bodner & Domin, 2000).

Carr vd. (1994), öğrencilerin bileşik oluşumunu “rastgele atom birleşmesi” gibi mekanik ve yüzeysel bir süreç olarak algıladıklarını, atomların belirli oranlarla birleşmesi gerektiği yönündeki bilimsel ilkenin ise çoğu öğrencinin zihninde yer etmediğini belirtmektedir. Boo’nun (1998) araştırması da sabit oranlar yasasının kavranmasındaki güçlüklerin, bileşik kavramının öğrenci zihinlerinde doğru biçimde temellendirilememesine yol açtığını göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin kimyasal formülleri ezberleseler bile bu formüllerin atomik düzeyde ne anlama geldiğini kavramakta zorlandıklarını ortaya koymaktadır.

Bu yanlışların büyük bir bölümü, öğrencilerin kimyanın makroskobik, submikroskobik ve sembolik temsil düzeyleri arasında güçlü ve tutarlı ilişkiler kuramamasından kaynaklanmaktadır (Johnstone, 2000). Öğrenciler makroskobik gözlemleri (çökelti oluşumu, gaz çıkışı, çözünme vb.) submikroskobik düzeyde açıklayamadıklarında ya da sembolik düzeyde yazılan formüllerin tanecikli yapıdaki karşılıklarını zihinsel olarak canlandıramadıklarında, kavramlar arasında bütüncül bir anlam ağı geliştirememektedir. Bu nedenle element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin yanlışlar yalnızca bilgi eksikliğinin değil, aynı zamanda temsil sistemleri arasındaki kopukluğun bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Literatür, bu kavram yanlışlarının erken yaşlarda ortaya çıktığını, zamanla pekiştiğini ve üst düzey kimya öğrenmelerini önemli ölçüde zorlaştırdığını göstermektedir (Duit & Treagust, 1998). Kavram yanlışlarının doğası, kaynakları ve öğrenme sürecindeki rolünün sistematik olarak ele alınması, etkili fen öğretiminin temel gerekliliklerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Aşağıda yer alan Tablo 1’de, element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin literatürde rapor edilen başlıca kavram yanlışları ve bu yanlışları ortaya koyan araştırmalar özetlenmiştir.

Tablo 1. *Element, Molekül ve Bileşik Kavramlarına Yönelik Öğrenci Yanılgıları*

Kavram	Belirlenen kavram yanılgısı	Araştırmacı(lar)
Element	Elementlerin moleküllerden oluşamayacağı düşüncesi	Griffiths ve Preston (1992)
Element	Element ve atom kavramlarının eş anlamlı kabul edilmesi	Novick ve Nussbaum (1981)
Molekül	Molekül kavramının yalnızca bileşiklerle ilişkilendirilmesi	Harrison ve Treagust (2000)
Molekül	Aynı tür atomlardan oluşan moleküllerin element olarak değil bileşik olarak düşünülmesi	Arini vd. (2025)
Molekül	Atom ve molekül kavramlarının günlük dildeki anlamlarıyla kullanılması	Bilge ve Bahçeci (2017)
Bileşik	Bileşiklerin fiziksel karışım olarak algılanması	Gökulu (2017)
Bileşik	Bileşiklerin özelliklerinin elementlerin özelliklerinin toplamı olduğu düşüncesi	Ayas, vd. (2010)
Element–Bileşik–Karışım	Maddenin sınıflandırılmasında tanecik yapısının dikkate alınmaması	Civangönül (2023)
Element–Molekül–Bileşik	Atom türlerinin dikkate alınmadan sınıflandırma yapılması	Suparman vd. (2024)

Kavram Yanılgılarının Fen Öğrenimine Etkisi

Kavram yanılgıları, fen öğrenme sürecinin en temel bilişsel engellerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Carey, 2000). Öğrenciler fenle ilgili yeni bilgileri mevcut bilişsel yapıları üzerine inşa ederler, ancak bu yapıların içerisinde bilimsel bilgiyle çelişen kavram yanılgıları bulunduğu, yeni bilgilerin doğru biçimde anlamlandırılması güçleşmektedir. Posner vd. (1982), kavramsal değişim kuramına göre öğrencinin yeni bir bilimsel bilgiyi kabul edebilmesi, önceki bilgileriyle bir çatışma yaşamasına ve bu çatışmayı çözme sürecine girmesine bağlıdır. Bu nedenle kavram yanılgıları “dirençli” yapılardır ve yalnızca düzeltici bilgi verilerek ortadan kaldırılamamaktadır.

Fen öğreniminde kavram yanılgılarının etkisi çok boyutludur. Öncelikle yanlış kavramsal yapılar, öğrencinin yeni bilgileri hatalı biçimde yorumlamasına yol açarak öğrenmenin bütünlüğünü bozmaktadır. Duit ve Treagust’un (2012), belirttiği gibi kavram yanılgıları, öğrencilerin bilimsel modelleri anlamalarını ve bu modellerin temsil ettiği mekanizmaları doğru biçimde yorumlamalarını engellemektedir.

Örneğin atomun yapısına ilişkin hatalı bir zihinsel model, öğrencinin kimyasal bağın doğasını, molekül oluşumunu, iyonlaşma süreçlerini ya da enerji değişimlerini doğru biçimde kavramasını zorlaştırabilmektedir. Bu durum yalnızca kimya öğrenimini değil, fen bilimlerinin diğer alanlarını da olumsuz yönde etkilemektedir.

Kavram yanlışlarının bir diğer önemli etkisi, öğrencilerin sembolik gösterimleri ve matematiksel ifadeleri yanlış ya da eksik biçimde yorumlamalarına yol açmasıdır (Nakhleh, 1993). Kimyada sembolik düzey (formüller, kimyasal denklemler, grafikler, mol hesaplamaları) makroskobik ve submikroskobik düzeylerle ilişkilendirilemediğinde öğrenciler anlamlı öğrenme gerçekleştirememektedir. Nakhleh (1992), öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduklarında sembolik işlemleri mekanik olarak yapabildiklerini, ancak bu sembollerin temsil ettiği tanecikli süreçleri yeterince anlayamadıklarını vurgulamaktadır. Bu durum özellikle kimyasal denklem denkleştirme, çözünme, gaz yasaları, bağ enerjisi ve stokiometri gibi konularda belirgin hâle gelmektedir.

Ayrıca kavram yanlışları, problem çözme performansını da önemli ölçüde düşürmektedir. Smith vd. (1994), öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramsal yapılar nedeniyle bilimsel problem durumlarını yanlış çerçevelendirdiklerini ve bu nedenle etkili çözüm yolları geliştiremediklerini belirtmiştir. Çalık ve Ayas'ın (2005), kimya eğitimi bağlamındaki çalışması da maddenin tanecikli yapısına ilişkin yanlışların öğrencilerin hem nitel hem de nicel problem çözme süreçlerinde ciddi hatalara yol açtığını göstermektedir.

Kavram yanlışlarının fen öğrenimine etkisi yalnızca kavramsal içerik düzeyinde değil, aynı zamanda öğrencinin fen okuryazarlığını geliştirme sürecinde de belirleyicidir (Bybee, 2013). Fen okuryazarlığı, bireyin bilimsel bilgiyi anlaması, yorumlaması, günlük yaşam problemlerinde kullanabilmesi ve karar verme süreçlerinde bilimsel düşünme becerilerini uygulayabilmesi anlamına gelmektedir. Ancak kavram yanlışlarıyla öğrenilen bilgiler, tutarlı bir bilimsel dünya görüşü geliştirilmesini engellemektedir. Osborne vd. (2004), bilimsel akıl yürütmenin tutarlı kavramsal temeller üzerine inşa edilmesi gerektiğini, hatalı temellerin öğrencilerin bilimsel kanıtları değerlendirme ve argüman üretme becerilerini sınırladığını vurgulamaktadır.

Sonuç olarak kavram yanlışları, fen öğreniminde bilgi edinme süreçlerini bozmakta, bilimsel modellerin anlaşılmasını engellemekte, problem çözme becerilerini zayıflatmakta ve öğrencinin bilimsel düşünme kapasitesini sınırlayan kalıcı engeller olarak varlığını sürdürmektedir. Bu nedenle kavram yanlışlarının erken yaşlarda belirlenmesi, öğretim

sürecinde dikkate alınması ve etkili öğretim stratejileriyle giderilmesi fen eğitiminin niteliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

Program aynı zamanda bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri, deney tasarlama, model oluşturma, argümantasyon ve veri yorumlama gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini de hedeflemektedir. Bu hedefler, maddenin yapısı konusunun yalnızca içerik aktarımıyla sınırlı olmadığını, öğrencinin bilimsel düşünme kapasitesini geliştirmeye hizmet eden bir öğrenme alanı olduğunu göstermektedir. Özellikle maddenin tanecikli yapısının animasyonlar, molekül modelleri, deneysel etkinlikler ve problem çözme süreçleriyle öğretimi, öğrencilerin zihinsel modellerini yeniden yapılandırmalarına katkı sağlayan etkili bir pedagojik strateji olarak değerlendirilmektedir (Gilbert & Treagust, 2009; Harrison & Treagust, 2000).

8. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda maddenin yapısı konusu, hem ulusal öğretim programı anlayışıyla hem de uluslararası fen eğitimi standartlarıyla uyumlu olup, öğrencilerin kimyasal kavramları anlamlandırabilmeleri için zorunlu bir temel oluşturmaktadır. Bu konu, fen okuryazarlığının geliştirilmesinde ve öğrencilerin bilimsel süreçleri yorumlayabilme becerilerinin ilerletilmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Kavramların öğretiminde öğrencilerin yalnızca sınıflandırmaları değil, bu sınıflandırmaların altında yatan bilimsel anlamı da yapılandırmaları önem taşımaktadır. Maddenin sınıflandırılması konusu, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını sistematik bir çerçeve içerisinde geliştirebilmeleri açısından temel bir öğrenme alanı olarak değerlendirilmektedir. Maddenin yapısına ve özelliklerine ilişkin bilimsel ölçütlerin kavranması, hem element-bileşik-karışım ayrımının doğru biçimde yapılabilmesini hem de bu kavramlar arasındaki ilişkilerin anlamlandırılmasını mümkün kılmaktadır.

Maddelerin Sınıflandırılması ve Temel Özellikleri

Fen bilimleri derslerinde “madde” kavramı, öğrencilere çevrelerindeki fiziksel ve kimyasal varlıkları daha iyi anlamaları için temel bir çerçeve sunar. Maddenin sınıflandırılması, bu temel kavramı daha yönetilebilir ve anlaşılır hâle getirir. Bilimsel yaklaşıma göre maddeler genel olarak saf maddeler ve karışımlar olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Saf maddeler, tek tür tanecikten ya da sabit bir bileşimden oluşan ve kimyasal yollarla daha basit maddelere ayrıştırılamayan maddelerdir. Karışımlar ise en az iki farklı maddenin, bileşenlerin özelliklerini koruyarak bir arada bulunduğu yapılardır (OpenStax, 2020).

Saf maddeler kendi içinde elementler ve bileşikler olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Elementler, yalnızca aynı tür atomlardan meydana gelen ve kimyasal yollarla daha basit hâle

getirilemeyen maddelerdir. Örneğin oksijen (O_2) ve altın (Au) gibi maddeler element olarak sınıflandırılmaktadır (MEB, 2020a). Bileşikler ise birbirinden farklı türde atomların sabit oranlarda kimyasal bağlarla birleşmesiyle oluşan saf maddelerdir. Bileşiklerin belirli bir kimyasal formülü vardır, sabit erime ve kaynama noktalarına sahiptirler ve fiziksel yollarla bileşenlerine ayrıştırılamazlar (MEB, 2020b).

Karışımlar, saf madde sınıfının dışında kalan ve bileşenlerin özelliklerini koruyarak bir arada bulundukları maddelerdir. Karışımlar genel olarak homojen ve heterojen olmak üzere iki grupta incelenir. Homojen karışımlarda (örneğin tuzlu su) bileşenler karışım içinde eşit biçimde dağılmıştır, heterojen karışımlarda ise (örneğin kum-su) bileşenler gözle ayırt edilebilir durumdadır (OpenStax, 2020). Karışımların ayırt edici özelliklerinden biri, bileşenlerinin sabit oranlarda bulunmaması ve fiziksel yollarla ayrılabilmesidir. Saf maddeler ise bu özellikleri taşımaz (MEB, 2020a).

Maddelerin sınıflandırılması yalnızca bir bilgi listesi sunmak açısından değil, öğrencilerin kimya öğreniminde karşılaştıkları soyut kavramları somutlaştırmaları açısından da kritik bir öneme sahiptir. Ülkemizde yapılan bir araştırma, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve karışım kavramlarını anlamlandırma düzeylerinin düşük olduğunu ve bu kavramlara ilişkin yanlışların yaygın biçimde görüldüğünü ortaya koymuştur (Gökulu, 2017). Bu nedenle maddenin sınıflandırılması ve temel özelliklerinin öğretimi, yalnızca içerik aktarımıyla sınırlı kalmamalı, kavramlar arasındaki ilişkilerin kurulmasına, günlük yaşamdan somut örneklerle desteklenmesine ve aktif öğrenme stratejilerinin kullanılmasına olanak tanımalıdır.

Sonuç olarak maddenin sınıflandırılması, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin ve kavramlar arası bağlantı kurabilme yetilerinin geliştirilmesine hizmet eden temel bir yapı taşı niteliğindedir. Öğrenciler tarafından “saf maddeler–karışımlar” ve “elementler–bileşikler” ayrımının kavramsal düzeyde doğru biçimde anlaşılması, kimya öğretiminin niteliğinin artırılması ve öğrenmenin kalıcılığının sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu sınıflandırma, maddelerin hangi tür taneciklerden oluştuğu, bu taneciklerin nasıl bir araya geldiği ve aralarındaki etkileşimlerin niteliği hakkında çıkarım yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bu nedenle, maddenin sınıflandırılmasına ilişkin kuramsal çerçevenin derinleştirilebilmesi için atom kavramını ve atomun yapısını açıklamaya yönelik geliştirilen modellerin ele alınması önem kazanmaktadır.

Atom ve Atom Modelleri

Atom kavramı, maddenin yapısını açıklamaya yönelik bilimsel düşüncenin tarihsel gelişiminde merkezi bir konuma sahiptir. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında kimya ve fizik alanlarında elde edilen deneysel bulguların artması, atomun yapısına ilişkin modellerin hızla gelişmesine zemin hazırlamıştır. Millikan'ın yağ damlası deneyi, elektronun elektrik yükünü nicel olarak belirleyerek atomun elektriksel yapısının anlaşılmasına önemli bir katkı sağlamıştır (Serway & Jewett, 2018). Bu çalışmaların ardından geliştirilen Rutherford atom modeli ise atomun büyük ölçüde boşluktan oluştuğunu ve pozitif yükün çok küçük, yoğun bir çekirdekte toplandığını ortaya koymuştur (Tipler & Mosca, 2007).

Modern atom kuramının şekillenmesi ise Heisenberg'in belirsizlik ilkesi ve Schrödinger'in dalga mekaniğine dayalı yaklaşımıyla mümkün olmuştur. Schrödinger tarafından geliştirilen dalga fonksiyonu, elektronların belirli ve kesin yörüngelerde hareket etmediğini, bunun yerine uzayda belirli olasılık bölgeleri içerisinde bulunma eğiliminde olduklarını göstermiştir (Atkins & Friedman, 2010). Modern atom modeli ise enerji seviyeleri, orbitaller ve olasılığa dayalı elektron dağılımı kavramlarıyla kimyasal bağların ve moleküler yapıların açıklanmasına kuramsal bir temel sunmaktadır. Bu yönüyle atom modelleri, kimyanın hem kuramsal gelişimi hem de öğretimi açısından temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilmektedir (Zumdahl & Zumdahl, 2014). Atomun yapısına ilişkin kuramsal açıklamalar, element kavramının bilimsel olarak tanımlanmasında belirleyici bir referans noktası oluşturmaktadır.

Element Kavramı

Element, kimyasal yöntemlerle daha basit maddelere ayrıştırılamayan ve aynı tür atomlardan oluşan saf madde olarak tanımlanmaktadır (OpenStax, 2022). Modern kimya anlayışında elementlerin temel belirleyicisi atom numarasıdır, bu özellik her elemente özgü proton sayısını ifade etmektedir. Element kavramı, tarihsel olarak Lavoisier'in 18. yüzyılda gerçekleştirdiği sınıflandırma çalışmalarıyla bilimsel bir temele oturmuş. Lavoisier, elementleri "ayrıştırılamayan maddeler" olarak tanımlayarak modern kimyanın kavramsal çerçevesinin kurulmasına öncülük etmiştir (Chang & Goldsby, 2021). Elementlerin atomik yapıyla bütünleştirilmesi ise 19. yüzyılın sonlarında atom teorisinin gelişmesiyle birlikte daha sistematik bir hâl almıştır. Mendeleyev'in periyodik tabloyu geliştirmesiyle elementlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri öngörülebilir bir model içerisinde düzenlenmiş, günümüzde periyodik sistemin anlaşılması, element kavramının bilimsel olarak yorumlanmasında temel belirleyicilerden biri hâline gelmiştir (Scerri, 2007).

Fen eğitimi alanındaki araştırmalar, öğrencilerin element kavramını anlamada önemli bilişsel güçlükler yaşadığını göstermektedir (Ayas & Özmen, 2002). Öğrencilerin elementleri çoğu zaman yalnızca sembollerle eşleştirilmiş etiketler olarak algıladıkları, bu sembollerin atomik yapı ile olan ilişkisini yeterince kavrayamadıkları tespit edilmiştir (Barker & Millar, 2000).

Ayrıca öğrenciler, element ile atom kavramlarını sıklıkla eş anlamlı gibi değerlendirmekte ve bir elementin makroskobik bir örneğinin çok sayıda atomdan oluştuğu gerçeğini göz ardı edebilmektedir (Stavridou & Solomonidou, 1989). Bu durum, öğrencilerin atomik düzey ile gözlenebilir makroskobik düzey arasında bağlantı kurmalarını zorlaştırmakta ve kavram yanlışlarının kalıcı hâle gelmesine yol açmaktadır (Nakhleh, 1992).

Element kavramı, özellikle atom–molekül–bileşik ilişkilerinin doğru biçimde kavranabilmesi açısından kritik bir ön bilgi alanı oluşturmaktadır (Brown vd., 2022).

Öğrencilerin element kavramını doğru anlamaları, kimyasal bağların doğasını, bileşiklerin oluşum mekanizmalarını ve tepkime denklemlerinin mantığını kavrayabilmeleri açısından temel bir gerekliliktir (Taber, 2002). Araştırmalar, element kavramının öğretiminde görsel modellerin, simülasyonların ve çoklu temsil biçimlerinin kullanılmasının öğrencilerin tanecikli yapı anlayışını geliştirdiğini ortaya koymaktadır (Gilbert & Treagust, 2009). Bu nedenle element kavramının pedagojik açıdan doğru ve sistematik bir biçimde yapılandırılması, kimya eğitiminin ilerleyen aşamalarında karşılaşılabilecek öğrenme güçlüklerinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır (Taber, 2014). Element kavramının atomik yapı ve kimyasal özellikler bağlamında yapılandırılması, bu atomların hangi koşullar altında ve hangi düzenlerde bir araya gelebildiğinin açıklanmasını gerekli kılmaktadır. Elementlerin tek başına var olan atomik birimler olarak değil, belirli bağlanma ilkeleri doğrultusunda daha karmaşık yapılar oluşturabilen temel tanecikler olarak ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda, atomların kimyasal bağlar aracılığıyla nasıl birleştiğini ve ortaya çıkan yapıların hangi özellikleri sergilediğini açıklayan molekül kavramı, element bilgisinin doğal ve kuramsal bir uzantısı olarak görülebilir.

Molekül Kavramı

Molekül, iki ya da daha fazla atomun kimyasal bağlarla bir araya gelmesi sonucu oluşan en küçük kimyasal birim olarak tanımlanmaktadır (OpenStax, 2022). Moleküller, içeriklerindeki atom türleri ve bağ tiplerine bağlı olarak farklı geometrik düzenlere, kutupluluklara ve fiziksel özelliklere sahip olabilir. Bu çeşitlilik, moleküllerin bağ yapılarının ve elektron dağılımlarının ayrıntılı biçimde incelenmesini gerekli kılmaktadır. Lewis nokta

yapıları, VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion) kuramı ve moleküler orbital kuramı gibi yaklaşımlar, moleküllerin üç boyutlu geometrilerinin oluşumunu açıklamakta, bağ enerjileri, polariteleri ve reaktivite özelliklerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamaktadır (Brown vd., 2022). Modern kuantum kimyası modelleri ise moleküler yapının olasılık temelli doğasını ortaya koymakta ve özellikle karmaşık moleküllerin elektronik yapılarının anlaşılması için güçlü bir kuramsal çerçeve sunmaktadır (Atkins & Friedman, 2010).

Kimya eğitimi alanındaki araştırmalar, öğrencilerin molekül kavramını anlamada önemli bilişsel güçlükler yaşadığını ortaya koymaktadır (Gabel, 1998). Öğrenciler çoğu zaman atom ile molekül arasındaki ilişkiyi doğru biçimde kuramamakta; atomu “molekülden büyük” ya da “molekülün kendisi” olarak algılayan hatalı zihinsel modellere sahip olabilmektedir (Novick & Nussbaum, 1981). Ayrıca birçok öğrenci, molekülün yalnızca bileşiklere özgü bir yapı olduğunu düşünmekte ve element moleküllerinin (O_2 , N_2 vb.) de var olabileceğini kavramakta zorlanmaktadır. Bu durum, literatürde “molekül = bileşik” biçiminde ifade edilen yaygın bir kavram yanılgısı olarak değerlendirilmektedir (Coll & Treagust, 2003).

Molekül kavramının öğrenilmesindeki güçlük, bu kavramın aynı anda hem sembolik (kimyasal formüller), hem makroskobik (gözlenebilir özellikler) hem de tanecikli (mikroskobik düzey) temsillerle ilişkilendirilmesini gerektirmesinden kaynaklanmaktadır (Gilbert & Treagust, 2009). Bu nedenle çoklu temsil sistemlerinin kullanımı, öğrencilerin soyut molekül kavramını anlamalarını destekleyen önemli bir pedagojik araç olarak görülmektedir (Justi & Gilbert, 2002). Araştırmalar, üç boyutlu modellerin, animasyonların, dijital molekül simülasyonlarının ve bilgisayar destekli görselleştirmelerin öğrencilerin moleküler yapıyı kavramalarında anlamlı bir gelişme sağladığını göstermektedir (Sanger & Badger, 2001). Bu tür görselleştirmeler, öğrencilerin moleküllerin dinamik yapısını, bağ açılarını, elektron bulutlarını ve moleküler hareketliliği daha somut biçimde zihinsel olarak temsil edebilmelerine yardımcı olmaktadır.

Bu bağlamda molekül kavramı, yalnızca kimya öğreniminin temel bir bileşeni olmakla kalmamakta, aynı zamanda öğrencilerin kimyasal tepkimeleri, bağ türlerini, bileşik oluşum mekanizmalarını ve maddenin tanecikli yapısını doğru biçimde anlamaları için vazgeçilmez bir bilişsel temel sunmaktadır. Bu nedenle molekül kavramının doğru ve sistematik biçimde yapılandırılması, fen eğitimi açısından kritik bir öğrenme hedefi olarak değerlendirilmektedir (Treagust vd., 2003).

Bağlanma düzenlerinin bazıları, yalnızca aynı tür atomların birleşmesiyle oluşurken, bazıları ise farklı elementlere ait atomların belirli oranlarda bir araya gelmesiyle daha karmaşık kimyasal yapılar meydana getirmektedir. Moleküler yapıların içerdiği atom türleri ve bağlanma

oranları temelinde daha üst düzey bir sınıflandırmanın yapılması gerekmektedir. Bu sınıflandırma ile farklı element atomlarının sabit oranlarda kimyasal bağlarla birleşmesi sonucu oluşan yapılar, kimyada bileşik kavramı adı altında tanımlanmaktadır.

Bileşik Kavramı

Bileşik, iki ya da daha fazla farklı elementin belirli ve sabit oranlarda kimyasal bağlarla birleşmesi sonucu oluşan saf madde olarak tanımlanmaktadır (OpenStax, 2022). Proust'un 1797 yılında yayımladığı sabit oranlar yasası, bileşiklerin rastgele birleşen atom kümeleri olmadığını, aksine atomların belirli oranlarda bir araya gelmesiyle oluştuğunu ortaya koyarak modern kimyanın temel ilkelerinden birini oluşturmuştur. Bu yasa, bileşiklerin kimyasal formüllerle temsil edilmesinin bilimsel gerekçesini açıklamış ve kimyasal birleşmenin nicel boyutunun anlaşılmasına önemli katkılar sağlamıştır (Proust, 1797).

Günümüzde bileşikler iyonik, kovalent ve metalik bağlar çerçevesinde açıklanmakta, bu bağ türleri, bileşiklerin erime noktası, çözünürlük, iletkenlik ve reaktivite gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde temel rol oynamaktadır (Silberberg, 2015). Bileşikler yapısal ve bağ özellikleri, moleküler orbital kuramı, elektronegatiflik, elektron ilgisi ve kristal örgü modelleri gibi gelişmiş kimyasal yaklaşımlar aracılığıyla daha ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır (Pauling, 1960).

Kimya eğitimi alanındaki araştırmalar, öğrencilerin bileşik kavramını anlamada önemli güçlükler yaşadığını göstermektedir. Öğrencilerde görülen en yaygın kavram yanlışlarından biri, bileşiklerin oluşum süreci ile karışımların oluşum sürecinin aynı olduğu düşüncesidir. Başka bir ifadeyle öğrenciler, maddelerin fiziksel olarak karıştırılması ile kimyasal bağlanma sonucu bileşik oluşumu arasındaki farkı kavramakta zorlanmaktadır (Boo, 1998). Bu durum, kimyasal değişim kavramının yeterince anlaşılmadığını ve maddenin tanecikli yapısına ilişkin zihinsel modellerin eksik olduğunu göstermektedir (Justi & Gilbert, 2002). Araştırmalar ayrıca öğrencilerin bileşik oluşumunu “rastgele atom birleşmeleri” olarak algıladıklarını ve sabit oranlar yasasının doğasını kavramakta güçlük çektiklerini ortaya koymaktadır (Smith & Metz, 1996). Bu tür yanlışlar, atomik yapı ile kimyasal bağlanma arasındaki ilişkilerin öğretimde bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğine işaret etmektedir (Taber & Coll, 2002).

Bileşik kavramının doğru biçimde anlaşılması, öğrencilerin kimyasal tepkimeleri denkleştirme, maddeleri sınıflandırma, bağ türlerini ayırt etme ve periyodik sistem ilişkilerini yorumlama becerileri açısından kritik bir öneme sahiptir (Cooper vd., 2017).

Özellikle bileşiklerin sabit oranlarla oluştuğu bilgisinin kavranması, kimyasal formüllerin mantığının anlaşılmasını ve tepkimelerin kütle korunumu ilkesiyle ilişkilendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Garnett & Treagust, 1992).

Fen eğitimi literatürü, moleküler modeller, animasyonlar ve üç boyutlu yapı görselleştirmeleri gibi çoklu temsil araçlarının bileşik kavramının doğru yapılandırılmasında etkili olduğunu, bu araçların atomların nasıl ve neden belirli oranlarda birleştiğini somutlaştırdığını göstermektedir (Sanger & Greenbowe, 1997).

Bu nedenle bileşik kavramı, kimya eğitiminin temel kavramlarından biri olarak yalnızca maddelerin sınıflandırılmasında değil, aynı zamanda kimyasal bağlanma, tepkime mekanizmaları ve madde özelliklerinin anlaşılmasında da merkezi bir rol oynamaktadır (National Research Council, 2012; Talanquer, 2011). Öğrencilerin bu kavramı doğru biçimde yapılandırmaları, üst düzey kimyasal düşünme becerilerinin gelişimi açısından zorunlu bir koşul olarak değerlendirilmektedir (Talanquer, 2011). Bu doğrultuda, fen bilimleri öğretim programında yer alan öğrenme hedefleri ve kazanımlar, element, molekül ve bileşik kavramlarının öğrenciler tarafından bütüncül ve tutarlı biçimde edinilmesini sağlayacak şekilde düzenlenmektedir.

Öğretim Programında Yer Alan Öğrenme Hedefleri ve Kazanımlar

Fen Bilimleri dersi öğretim programı, öğrencilerin fen okuryazarlığını geliştirmeyi amaçlayan bütüncül bir eğitim anlayışı temelinde yapılandırılmakta olup bilgi, beceri ve değer boyutlarının birlikte ele alınmasını öngörmektedir (MEB, 2018; OECD, 2019). Bu çerçevede öğrencilerin yalnızca kavramsal bilgi edinmeleri değil, bu bilgileri günlük yaşam bağlamında ilişkilendirerek bilimsel düşünme süreçlerini kullanabilmeleri ve anlamlı öğrenme gerçekleştirmeleri hedeflenmektedir (MEB, 2018). 2024 yılında “Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli” kapsamında fen bilimleri öğretim programının güncellenmesiyle birlikte, programda alan becerileri, kavramsal beceriler ve eleştirel düşünme hedefleri daha belirgin hale getirilmiş, öğrencilerin araştırma-sorgulama, problem çözme, dijital araçları etkin kullanma ve bilimsel keşif süreçlerine aktif katılım göstermeleri amaçlanmıştır (MEB, 2024).

Ortaokul 8. sınıf düzeyinde yer alan “Madde ve Endüstri” ünitesi, maddenin tanecikli yapısı ve kimyasal değişimle ilişkili temel kavramların öğretimine odaklanmaktadır (MEB, 2018; Talanquer, 2011). Bu ünite elementlerin periyodik sistemde metal, ametal ve yarı metal olarak sınıflandırılması, öğrencilerin element kavramını sistematik bir yapı içinde anlamlandırmalarını amaçlamaktadır (Chang & Goldsby, 2021; MEB, 2018). Ayrıca fiziksel

ve kimyasal değişimler arasındaki farkların gözleme dayalı olarak ele alınması, öğrencilerin kimyasal değişimi yalnızca dış görünüşteki değişikliklerle değil, tanecik düzeyindeki yeniden düzenlenmelerle ilişkilendirmelerine olanak tanımaktadır (Justi & Gilbert, 2002; MEB, 2018).

Bileşik kavramına yönelik kazanımlar, bileşiklerin kimyasal tepkimeler sonucunda oluştuğunun kavratılmasına odaklanmakta ve bu yolla bileşik-karışım ayrımının güçlendirilmesi hedeflenmektedir (De Vos & Verdonk, 1996; MEB, 2018). Programda kimyasal tepkimelerin denklemler ve matematiksel işlemler üzerinden ayrıntılandırılmaması, 8. sınıf düzeyinde önceliğin sembolik işlemlerden ziyade kavramsal anlama verilmesi gerektiğini göstermektedir (Johnstone, 2000; MEB, 2018). Bu yaklaşım, öğrencilerin soyut sembolik gösterimlere geçmeden önce tanecikli yapı temelli bir anlayış geliştirmelerini desteklemektedir (Gilbert & Treagust, 2009).

Öğretim programındaki kazanımların yalnızca içerik aktarımına yönelik olmadığı; aynı zamanda öğrencilerin yaşam becerilerini geliştirmeyi hedeflediği görülmektedir (MEB, 2018; National Research Council, 2012). Fen bilimleri kazanımlarını inceleyen araştırmalar, programın bağlam temelli öğrenmeye olanak tanıdığını ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi günlük yaşam, endüstri ve mesleklerle ilişkilendirmesini teşvik ettiğini ortaya koymaktadır (Arık Güngör & Saraçoğlu, 2025; Bennett vd., 2007). Bu bağlamda “Türkiye’de Kimya Endüstrisi” gibi alt başlıklar, kimya öğrenmelerinin sosyo-ekonomik bağlamla ilişkilendirilmesine hizmet eden önemli kazanımlar arasında yer almaktadır (Holbrook & Rannikmäe, 2009; MEB, 2018).

Fen bilimleri öğretim programına yönelik yapılan değerlendirme çalışmaları, kazanımların üst düzey düşünme becerileri, problem çözme ve karar verme gibi yaşam becerileriyle ilişkilendirilebilecek nitelikte olduğunu göstermektedir (Özata Yücel & Kanyılmaz, 2018; Zohar & Dori, 2003). Bu durum, öğretim programının yalnızca konu temelli değil, aynı zamanda beceri temelli bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır (OECD, 2019).

Sonuç olarak 8. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda yer alan öğrenme hedefleri ve kazanımlar; element, bileşik ve kimyasal değişim ekseninde güçlü bir kavramsal temel oluşturmayı, bu temeli tanecikli yapı ve gözleme dayalı açıklamalarla desteklemeyi ve öğrencilerin kimya bilgisini günlük yaşam bağlamına taşımasını amaçlayan bütüncül bir yaklaşımı yansıtmaktadır (Arık Güngör & Saraçoğlu, 2025; Bybee, 2013; MEB, 2018).

Fen Bilimleri Öğretim Programı, maddenin yapısı ve özelliklerinin anlaşılmasını ortaokul düzeyinde bilimsel okuryazarlığın temel bileşenlerinden biri olarak konumlandırmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin erken yaşlardan itibaren maddenin tanecikli

yapısını, kimyasal değişimleri ve madde türleri arasındaki ilişkileri anlamalarını hedefleyen uluslararası fen eğitimi standartlarıyla da uyumludur (National Research Council, 2012; OECD, 2019). Programda özellikle 8. sınıf seviyesinde yer alan “Maddenin Yapısı ve Özellikleri”, “Fiziksel ve Kimyasal Değişimler”, “Asitler ve Bazlar” ve “Madde ve Endüstri” üniteleri, öğrencilerin atom, molekül, element, bileşik, karışım, tanecik hareketi ve kimyasal değişim kavramlarını bütüncül bir çerçeve içinde öğrenmelerini amaçlamaktadır. Bu üniteler aracılığıyla öğrencilere hem günlük yaşamda karşılaşılan maddelerin yapısına ilişkin bilimsel açıklamaları kavrama hem de soyut kimyasal kavramları somut deneysel süreçlerle ilişkilendirme fırsatı sunulmaktadır.

Millî Eğitim Bakanlığı’nın yayımladığı Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2013; MEB, 2018), maddenin tanecikli yapısının fen öğreniminin temelini oluşturduğunu açıkça vurgulamaktadır. Programda tanecikli yapı, yalnızca kimya öğrenimine giriş niteliğinde değildir, aynı zamanda daha üst sınıflarda yer alan kimyasal tepkimeler, bağ enerjileri, periyodik özellikler, çözünürlük, asit–baz dengesi ve moleküler yapı gibi konuların anlaşılabilmesi için zorunlu bir ön öğrenme alanı olarak kabul edilmektedir. Fen eğitimi literatürü de atomik düzeyde geliştirilmiş doğru zihinsel modellerin, öğrencilerin sonraki yıllarda kimyasal bağ, molekül geometrisi ve reaksiyon mekanizmalarını anlamasını güçlü biçimde desteklediğini göstermektedir (Papageorgiou & Johnson, 2005; Taber, 2002). Bu durum, programın konu yerleşiminin pedagojik tutarlılığını ortaya koymaktadır.

Programın yaklaşımı, yapılandırmacı öğrenme kuramının temel ilkelerine dayanmaktadır. Öğrencilerin önceki bilgilerini yapılandırmaları, gözlemler yaparak çıkarımlarda bulunmaları, deneysel etkinlikler yoluyla aktif öğrenmeleri ve bilimsel kavramları günlük yaşam bağlamlarıyla ilişkilendirmeleri programın merkezinde yer almaktadır. MEB (2018) öğretim programında öğrenme sürecinin; öğrencinin kendi zihinsel yapısını sorguladığı, problem çözdüğü, tartıştığı ve çoklu temsilleri (makroskobik–submikroskobik–sembolik düzeyler) kullanarak kavramlar arasında bağlantılar kurduğu etkinliklerle desteklenmesi gerektiği açıkça belirtilmektedir. Bu yaklaşım, uluslararası fen eğitimi araştırmalarında kavramsal değişimi teşvik eden bir model olarak kabul edilmektedir (Driver vd., 2014).

Program, aynı zamanda öğrencilerin bilginin doğası (nature of science), bilimsel süreç becerileri, deney tasarlama, model oluşturma, argümantasyon ve veri yorumlama gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi de hedeflemektedir. Bu hedefler, maddenin yapısı konusunun yalnızca içerik aktarımına değil, öğrencinin bilimsel düşünme kapasitesini geliştirmeye hizmet eden bir öğrenme alanı olduğuna işaret etmektedir. Özellikle maddenin tanecikli yapısının

animasyonlar, molekül modelleri, deneysel etkinlikler ve problem çözme süreçleriyle öğretimi, öğrencilerin zihinsel modellerini yeniden yapılandırmalarına katkı sağlayan etkili bir pedagojik strateji olarak görülmektedir (Gilbert & Treagust, 2009; Harrison & Treagust, 2000).

Bu çerçevede, maddenin yapısına ilişkin öğrenme hedeflerinin yalnızca bilişsel kazanımlarla sınırlı olmadığı, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerini destekleyecek biçimde öğretim programına bütüncül olarak yerleştirildiği görülmektedir. Tanecikli yapı, atom, molekül ve bileşik gibi temel kavramların öğretimi, bu üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini destekleyen temel içerik alanları olarak program içerisinde konumlandırılmaktadır. Dolayısıyla, maddenin yapısına yönelik pedagojik hedefler, öğretim programının genel yapısı ve ünite organizasyonu içerisinde sistematik bir biçimde yapılandırılmaktadır.

MEB Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda maddenin yapısı konusu, 8. sınıf öğretim düzeyinde temel kimya kavramlarının kavramsal bütünlüğünü oluşturacak şekilde yapılandırılmıştır. Programda bu konu, yalnızca “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesiyle sınırlı bir içerik olarak değil, aynı zamanda “Fiziksel ve Kimyasal Değişimler”, “Asitler ve Bazlar” ve “Madde ve Endüstri” üniteleriyle doğrudan ilişkili bir öğrenme alanı olarak ele alınmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, öğrencilerin atomun yapısı, element ve bileşiklerin özellikleri, molekül kavramı, kimyasal bağlar, asit–baz tepkimeleri ve endüstriyel süreçlerde maddenin kullanımına ilişkin bilgileri tanecikli yapı çerçevesinde anlamlandırmalarını amaçlamaktadır. Program, bu bağlamda 8. sınıf düzeyini öğrencilerin fen öğrenme yolculuğunda soyut kimya kavramlarıyla ilk kez sistemli biçimde karşılaştıkları kritik bir aşama olarak görmektedir (MEB, 2018).

Programın içeriği, öğrencilerin daha önce 6 ve 7. sınıflarda edindikleri madde, yoğunluk, karışımlar, hâl değişimi, çözeltiler ve maddenin sınıflandırılması gibi temel bilgilerin üzerine inşa edilecek şekilde kademeli bir öğrenme tasarımıyla oluşturulmuştur. Bu dikey bütünlük, maddenin yapısına yönelik kavramların bir anda değil, aşamalı biçimde ve giderek artan bir soyutluk düzeyiyle öğrenilmesini sağlamaktadır. Öğrenciler, 8. sınıf düzeyinde atomun yapısını, tanecik hareketlerini, element–molekül–bileşik ilişkilerini ve kimyasal değişimlerin tanecikli düzeyde nasıl gerçekleştiğini açıklamaya yönelik daha gelişmiş zihinsel modeller geliştirmeye teşvik edilmektedir. Fen eğitimi araştırmaları, öğrencilerin önceki sınıflarda eksik veya yanlış yapılandırılmış kavramlara sahip olmaları hâlinde, 8. sınıftaki bu soyut konuların doğru anlaşılmasının güçleştiğini göstermektedir (Talanquer, 2011). Bu nedenle programda konunun önceki öğrenmelerle güçlü biçimde ilişkilendirilmesi önemlidir.

Programın 8. sınıf düzeyinde özellikle tanecikli yapı modelini öne çıkarmasının temel nedeni, öğrencilerin kimyasal değişimleri anlayabilmelerinin atom ve molekül kavrayışlarının sağlamlaştırılmasına bağlı olmasıdır. Atomik düzeydeki süreçlerin kavranmaması durumunda öğrenciler, kimyasal reaksiyonları yalnızca gözlenen makroskobik değişimlerle açıklamaya çalışmakta, bu durum da kalıcı kavram yanılgılarına yol açmaktadır. Ayvacı ve Şenel Çoruhlu'nun (2009) araştırması, maddenin tanecikli yapısına ilişkin erken yaşlarda edinilen yanlış kavramların, öğrencilerin ilerleyen yıllarda molekül geometrisi, kimyasal bağlanma, tepkime mekanizmaları ve enerji değişimleri gibi üst düzey kimya konularını anlamasını ciddi biçimde zorlaştırdığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Papageorgiou ve Johnson (2005), öğrencilerin tanecik modellerini doğru kuramadıkları durumlarda maddeyi hâl değişimleri, çözünme ve tepkimeler bağlamında yanlış yorumladıklarını göstermektedir. Bu bulgular, programda tanecikli yapı öğretiminin merkezi bir konuma yerleştirilmesinin pedagojik bir tercih olduğunu desteklemektedir.

Uluslararası literatürde de benzer bulgular dikkat çekmektedir. Örneğin Gabel (1999), kimya öğrenimindeki en önemli zorluklardan birinin, öğrencilerin makroskobik gözlemler ile submikroskobik tanecikli yapı arasındaki ilişkiyi kurmakta zorlanmaları olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle öğretim programında atom ve molekül modellerinin ağırlık kazanması, kimyasal değişimlerin ve madde özelliklerinin doğru anlaşılmasına yönelik bilimsel bir gerekliliktir. MEB (2018) programında modelleme, simülasyon, deney ve çoklu temsil temelli öğrenme etkinliklerinin vurgulanması da bu yaklaşımı destekler niteliktedir.

Sonuç olarak, 8. Sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda maddenin yapısı konusu, fen okuryazarlığının temellerinin oluşturulduğu ve öğrencilerin kimya kavramlarını anlamlandırmalarında kritik bir geçiş aşaması olarak konumlandırılmaktadır. Bu konunun önceki öğrenmelerle bütünleştirilmesi, tanecikli yapı kavrayışının pekiştirilmesi ve kimyasal değişimlerin doğru zihinsel modellerle açıklanması, bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Bu kuramsal ve program temelli çerçeve, maddenin yapısı konusunun yalnızca öğretim programında yer alan bir içerik alanı olmadığını, aynı zamanda fen eğitimi araştırmalarında kapsamlı biçimde ele alınan bir problem alanı olduğunu göstermektedir. Nitekim öğrencilerin atom, element, molekül ve bileşik kavramlarını nasıl yapılandırdıkları, hangi güçlüklerle karşılaştıkları ve bu güçlüklerin hangi bilişsel temellere dayandığı, alan yazında uzun süredir tartışılan konular arasında yer almaktadır. Bu nedenle maddenin yapısına ilişkin kavramsal

öğrenmenin incelenmesi, hem öğretim programının öngördüğü hedeflerin değerlendirilmesi hem de etkili öğretim stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemli görülmektedir.

Alan Yazın Taraması

Fen bilimleri eğitimi alan yazını, maddenin yapısı ve tanecikli doğasına ilişkin kavramların öğrencilerin kimyasal olguları anlamlandırabilmeleri açısından merkezi bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Atom, element, molekül ve bileşik kavramları, kimyanın hem kuramsal hem de pedagojik temelini oluşturmakta, öğrencilerin ilerleyen öğrenme süreçlerinde karşılaşacakları daha karmaşık konular için ön koşul niteliği taşımaktadır. Bu bağlamda, özellikle ortaokul düzeyinde bu kavramların nasıl yapılandırıldığı, fen eğitimi araştırmalarında uzun süredir tartışılan temel problem alanlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Johnstone, 1991).

Öğrencilerin maddenin yapısını anlamada yaşadıkları güçlükler, erken yaşlardan itibaren geliştirdikleri alternatif kavramlarla ilişkilendirilmektedir. Öğrenciler, günlük yaşam deneyimlerinden yola çıkarak oluşturdukları açıklamaları bilimsel modellerle uzlaştırmakta zorlanmakta ve bu durum özellikle atomik ve moleküler düzeyde kalıcı kavram yanılgılarına yol açmaktadır. Bu alternatif kavramların uygun öğretim stratejileri kullanılmadığında dirençli biçimde varlığını sürdürdüğü belirtilmektedir (Driver vd., 1985).

Öğrenciler çoğu zaman makroskobik düzeyde gözlemlenebilen olayları doğru biçimde betimleyebilmekte; ancak bu olayların atomik ve moleküler düzeyde nasıl gerçekleştiğini açıklamakta zorlanmaktadır. Bu durum, öğrencilerin bilimsel açıklamalar yerine sezgisel ve yüzeysel yorumlara yöneldiklerini göstermektedir. Tanecikli düzeydeki bu eksiklikler, kavram öğreniminin kalıcılığını ve derinliğini olumsuz etkilemektedir (Nakhleh, 1992).

Alan yazında element, molekül ve bileşik kavramlarının birbirine karıştırılmasının oldukça yaygın olduğu vurgulanmaktadır. Ortaokul öğrencilerinin element–atom, molekül–bileşik ve bileşik–karışım ayrımlarını kavramsal düzeyde netleştiremedikleri ve bu kavramları çoğu zaman birbirinin yerine kullandıkları belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin temel kimya kavramlarını bütüncül bir yapı içinde öğrenemediklerini göstermektedir (Ayas & Demirbaş, 1997).

Öğrencilerin tanecikli düzeyde yaşadıkları güçlükler, zihinsel model oluşturma süreçleriyle yakından ilişkilidir. Harrison ve Treagust (2000), öğrencilerin atom ve molekülleri

çoğu zaman somut nesneler gibi algıladıklarını ve bu nedenle mikroskobik düzeyde gerçekleşen etkileşimleri dinamik bir süreç olarak kavrayamadıklarını belirtmektedir. Bu durum, kimyasal bağlanma ve madde türleri gibi konuların anlaşılmasını güçleştirmektedir.

Molekül kavramı, öğrenciler açısından en problemli kavramlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Öğrencilerin önemli bir bölümü molekülü yalnızca bileşiklere özgü bir yapı olarak algılamakta ve element moleküllerini molekül kavramı içinde değerlendirememektedir. Bu yanlış yapılandırma, molekül–bileşik ayrımının bozulmasına ve zincirleme kavram yanlışlarına yol açmaktadır (Novick & Nussbaum, 1981).

Molekül kavramına ilişkin bu güçlüklerin, öğrencilerin submikroskobik düzeyde tutarlı zihinsel modeller geliştirememelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Taber (2002), öğrencilerin molekül kavramını bağlamdan bağımsız ve ezbere dayalı biçimde öğrendiklerini; bu durumun kavramsal ilişkilerin kurulmasını zorlaştırdığını ifade etmektedir.

Öğrencilerin kavram yanlışlarının kalıcılığında, sembolik düzeyde öğrenilen bilgilerin tanecikli yapı ile ilişkilendirilememesi önemli bir rol oynamaktadır. Gabel (1999), öğrencilerin kimyasal sembolleri anlamlandırabilmeleri için bu sembollerin temsil ettiği atomik ve moleküler yapıları zihinsel olarak canlandırmaları gerektiğini vurgulamaktadır. Aksi hâlde öğrenme yüzeysel ve geçici kalmaktadır.

Fen eğitimi literatüründe kimyasal olguların anlaşılmasında Johnstone'un üçlü temsil modeli önemli bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Bu modele göre kimyasal bilgiler makroskobik, submikroskobik ve sembolik düzeylerde temsil edilmekte, anlamlı öğrenme bu üç düzey arasında güçlü zihinsel bağlar kurulmasını gerektirmektedir. Ancak öğrencilerin bu düzeyleri çoğu zaman birbirinden kopuk biçimde öğrendikleri belirtilmektedir (Chittleborough & Treagust, 2007).

Kimya öğreniminde karşılaşılan güçlüklerin bir diğer nedeni, öğrencilerin kimyasal kavramları bağlamsal ilişkiler içinde değerlendirememeleridir. Talanquer (2011), öğrencilerin element, molekül ve bileşik gibi kavramları ayrı ayrı tanımlayabilseler bile bu kavramlar arasındaki ilişkileri kurmakta zorlandıklarını ve bilgiyi parçalı biçimde yapılandırdıklarını ifade etmektedir.

Ülkemizde yürütülen çalışmalar, öğrencilerin element kavramını çoğu zaman yalnızca isim ve sembol düzeyinde öğrendiklerini göstermektedir. Özmen (2004), öğrencilerin element sembollerini tanıyabilmelerine rağmen bu sembollerin temsil ettiği atomik yapı ve özelliklerle yeterli ilişki kuramadıklarını belirtmektedir.

Ulusal düzeyde yapılan araştırmalar, öğrencilerin madde sınıflandırmasına ilişkin kavramları parçalı biçimde öğrendiklerini ortaya koymaktadır. Coştu vd. (2007), öğrencilerin doğru yanıtlar verebilmelerine rağmen bu yanıtları tanecikli düzeyde gerekçelendirmekte zorlandıklarını belirtmektedir.

Ölçme sonuçları ile gerçek kavramsal anlama arasındaki fark, farklı değerlendirme yaklaşımlarının önemini ortaya koymaktadır. Gökulu (2017), öğrencilerin çoktan seçmeli testlerde başarılı olsalar bile açık uçlu sorularda ve çizim gerektiren görevlerde ciddi zorlanmalar yaşadıklarını rapor etmiştir.

Öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi, öğrencilerin tanecikli düzeyde düşünme becerilerinin gelişiminde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda maddenin tanecikli yapısına özel bir vurgu yapıldığı görülmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018), öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarını modelleme, gözlem ve sorgulama yoluyla yapılandırmalarını hedeflemektedir.

Uluslararası raporlar, öğrencilerin temel kimya kavramlarını anlamlandırmakta yaşadıkları güçlüklerin küresel bir problem alanı olduğunu göstermektedir. National Research Council (2012), tanecikli düzeyde düşünme becerilerinin bilimsel okuryazarlığın temel bileşenlerinden biri olduğunu vurgulamaktadır. Sonuç olarak alan yazın, ortaokul düzeyinde element, molekül ve bileşik kavramlarının öğrenciler tarafından yeterince derinlikli ve bilimsel olarak doğru biçimde yapılandırılmadığını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin özellikle tanecikli düzeyde zihinsel modeller geliştirmekte zorlandıkları, kavramları parçalı biçimde öğrendikleri ve sembolik gösterimleri anlamlandırmakta güçlük yaşadıkları görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin ilerleyen yıllardaki kimya öğrenmelerini doğrudan olumsuz etkilemekte ve bu kavramlara ilişkin anlama düzeylerinin ve kavram yanılgılarının sistematik biçimde incelenmesini gerekli kılmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu araştırmada, nicel verilerin öncelikli olarak toplandığı ve elde edilen nicel bulguların nitel verilerle derinlemesine açıklanmasının amaçlandığı açıklayıcı sıralı karma yöntem deseni kullanılmıştır. Açıklayıcı sıralı karma yöntem deseni, araştırmanın ilk aşamasında nicel verilerin toplanıp analiz edilmesini, ikinci aşamada ise nicel bulguların daha ayrıntılı biçimde açıklanmasına yönelik nitel verilerin toplanmasını öngören bir yaklaşımdır (Creswell & Plano Clark, 2018, ss. 77–78).

Bu desen kapsamında ilk aşamada kavram testi ve kavram başarı testi aracılığıyla öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin anlama düzeylerinin belirlenmesi, ikinci aşamada ise yarı yapılandırılmış mülakatlar yoluyla öğrencilerin kavramsal gerekçelendirme biçimlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Nicel ölçme araçlarıyla elde edilen verilerin bireylerin düşünme süreçlerini ve kavramsal yapılarını açıklamada sınırlı kalabileceği, bu nedenle nitel verilerle desteklenmesinin gerekli olduğu karma yöntem araştırmalarının temel varsayımları arasında yer almaktadır (Creswell, 2014, ss. 219–220).

Açıklayıcı sıralı karma yöntem desenin tercih edilmesinin temel nedeni, nicel verilerle belirlenen anlama düzeylerinin öğrencilerin kavramsal düşünme biçimlerini ve bu düşüncelerin gerekçelendirilme süreçlerini tek başına açıklamada yetersiz kalmasıdır. Bu doğrultuda, nicel bulguların ardından elde edilen nitel veriler aracılığıyla öğrencilerin kavramsal düşünme süreçlerinin, kavram yanılgılarının ve gerekçelendirme biçimlerinin daha derinlemesine ortaya konulması amaçlanmıştır (Tashakkori & Teddlie, 2010, ss. 61–63).

Araştırmanın nicel boyutunda tarama yöntemi kullanılmış, nitel boyutunda ise betimsel nitel araştırma yaklaşımı kapsamında yarı yapılandırılmış mülakat tekniğinden yararlanılmıştır.

Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemini, 2024–2025 eğitim-öğretim yılı içerisinde İstanbul ilinin Esenyurt ilçesinde bulunan dört farklı devlet ortaokulunda (*A, B, C ve D okulları* olarak kodlanmıştır) öğrenim gören 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bu kapsamda, söz konusu okullarda öğrenim gören toplam 520 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir. Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin 240'ı kız, 280'i erkektir.

Araştırma kapsamında yer alan okullarda öğrenim gören öğrencilerin ailevi ve sosyo-ekonomik özellikleri incelendiğinde, genel olarak düşük ve orta sosyo-ekonomik düzeyin ağırlıkta olduğu bir veli profili dikkat çekmektedir. Okulların bulunduğu bölgelerin nüfus artışı ve yoğun göç alan yerleşim alanları olması, farklı kültürel ve ekonomik geçmişlere sahip ailelerin aynı eğitim ortamında bir araya gelmesine neden olmaktadır. Bu durum, araştırmanın yürütüldüğü eğitim kurumlarındaki öğrenci profilinin heterojen bir yapıya sahip olmasına yol açmaktadır. Aşağıda, örneklem kapsamındaki öğrencilere ait veli profilleri, okul bazında ele alınmaktadır:

A okulu çevresinde yaşayan ailelerin önemli bir bölümünün hizmet sektörü, küçük ölçekli ticaret ve işçilik gibi meslek gruplarında çalıştığı görülmektedir. Velilerin eğitim düzeylerinin genellikle ilkokul ve ortaokul mezuniyeti düzeyinde yoğunlaştığı, lise ve yükseköğretim mezunu veli oranının sınırlı olduğu söylenebilir. Ailelerin büyük bir kısmı kalabalık hane yapısına sahip olup, öğrencilerin ev ortamında akademik destek alma imkânları aileden aileye farklılık göstermektedir.

B okulunun bulunduğu bölgede ise sanayi ve hizmet sektöründe çalışan velilerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Ailelerin önemli bir kısmı düzenli gelir elde etmekle birlikte ekonomik kaynakların sınırlı olduğu, öğrencilerin ders çalışma ortamı ve eğitim materyallerine erişim açısından farklı koşullara sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, öğrencilerin akademik başarıları ve öğrenme deneyimleri üzerinde etkili olabilmektedir.

C okulunda öğrenim gören öğrencilerin aile profili incelendiğinde, göçle gelen ailelerin belirgin bir yer tuttuğu ve sosyo-ekonomik düzeyin genel olarak düşük ve orta düzey arasında değiştiği görülmektedir. Velilerin meslekleri çoğunlukla işçilik, esnafılık ve hizmet sektörüyle ilişkilidir. Ailelerin eğitim düzeylerinin sınırlı olması, öğrencilerin özellikle fen bilimleri gibi soyut düşünme gerektiren derslerde okul dışı akademik destek alma olanaklarını azaltabilmektedir.

D okulunun bulunduğu çevrede ise benzer biçimde heterojen bir aile yapısı dikkat çekmektedir. Velilerin bir kısmı düzenli gelir sağlayan işlerde çalışırken, bir kısmının geçici veya düzensiz işlerde çalıştığı görülmektedir. Ailelerin eğitim düzeyleri ve çocuklarının eğitimine ayırabildikleri zaman ve kaynaklar arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu çeşitlilik, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde bireysel farklılıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Araştırma örnekleminin seçiminde, evreni temsil edebilecek geniş bir öğrenci grubuna ulaşabilmek ve uygulama sürecinin erişilebilirliğini sağlamak amacıyla seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Uygun örnekleme, araştırmacının erişebildiği ve çalışmaya gönüllü olarak katılım sağlayan grupların örnekleme dâhil edilmesini esas alan bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2021).

Nitel veri toplama aşamasında ise, nicel bulgular doğrultusunda farklı başarı ve kavramsal düzeyleri temsil edecek biçimde seçilen toplam 24 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Kavram Başarı Testinden aldıkları puanlara göre düşük, orta ve yüksek başarı düzeylerine göre belirlenen bu öğrenciler, çalışma kapsamındaki okullardan seçilmiş olup, her bir okuldan 6 öğrenci çalışmaya dâhil edilmiştir. Örneklem seçiminde cinsiyet dağılımındaki denge gözetilmiş; toplamda 12 kız ve 12 erkek öğrenci yer almıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak amacıyla Kavram Testi, Kavram Başarı Testi ve yarı yapılandırılmış mülakat formu olmak üzere üç farklı veri toplama aracı kullanılmıştır.

Kavram Testi, öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarını tanıma, ayırt etme ve bu kavramlara ilişkin temel bilgi durumlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Kavram testinin geliştirilme sürecinde öncelikle ilgili alan yazın taranmış, öğretim programındaki kazanımlar ve literatürde rapor edilen yaygın kavram yanlışları dikkate alınmıştır.

Kavram Testi, A ve B olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlardan önce testin başında, element, molekül ve bileşiklerin tanecik (moleküler) düzeyindeki temsillerine ait beş adet görsel yer almaktadır. Testin A kısmında öğrencilerin görsellerdeki temsilleri tanıma ve ayırt etme becerilerini ölçmeye yönelik 6 adet soru bulunmaktadır. B kısmında ise öğrencilerin A kısmında verdikleri cevapları neden tercih ettiklerini sorgulamaya yönelik 18 adet soru bulunmaktadır. Öğrencilerin evet ya da hayır biçiminde yanıt vermesi beklenen bu 18 maddeden altısı element, altısı molekül ve altısı da bileşik kavramına ilişkindir (EK-2). Ayrıca,

test maddeleri kapsamında, ele alınan kavramların atom türü, atom sayısı ve bağlanma biçimi gibi ayırt edici özelliklerini yoklamaya yönelik ifadeler yer almaktadır. Testin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla hazırlanan taslak form, kimya eğitimi alanında uzman üç akademisyenin görüşüne sunulmuş, gelen öneriler doğrultusunda maddelerde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Testin güvenilirliğini belirlemeye yönelik olarak Cronbach alfa değeri hesaplanmış ve değeri 0.79 olarak bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan Kavram Başarı Testi, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramları anlama ve birbirinden ayırt etme düzeylerini ölçebilmek amacıyla geliştirilmiştir. Fen eğitiminde kavram testleri, öğrencilerin bilişsel yapılarını ve sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemede yaygın olarak kullanılan ölçme araçlarıdır (Treagust, 1988).

Test, toplam 28 maddeden oluşmaktadır. Testte yer alan maddelerin 10'u çoktan seçmeli, 18'i ise doğru/yanlış formatında hazırlanmıştır. Test maddelerinin geliştirilme sürecinde, alan yazında element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin olarak rapor edilen yaygın kavram yanılgıları dikkate alınmıştır. Öğrencilerin doğru/yanlış formatında cevaplamaları beklenen maddeler, incelenen kavramlarla ilgili bilgi ya da örnekleri içeren olumlu önermelerden oluşmaktadır. Çoktan seçmeli test maddeleri ise ilgili kavramlara yönelik doğru cevabın yanında üç çeldirici bulundurmaktadır (EK-3). Hazırlanan test maddeleri, ölçülmek istenen kazanımları temsil etme düzeylerini belirlemek amacıyla kapsam geçerliği çerçevesinde alan uzmanlarının görüşlerine sunulmuştur. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda soru kökleri, seçenekler ve ifadeler gözden geçirilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Testin güvenirlik değeri (Cronbach alfa) 0.77 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış mülakatlar, öğrencilerin kavramsal düşüncelerini, açıklama biçimlerini ve mantık yürütme süreçlerini ayrıntılı biçimde ortaya koymada etkili bir veri toplama aracıdır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Mülakat formu, açık uçlu sorulardan oluşmakta olup öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarını kendi ifadeleriyle açıklamalarına olanak sağlayacak biçimde hazırlanmıştır. Sorular, öğrencilerin bu kavramlara ilişkin tanımsal bilgilerini, kavramsal ilişkilerini ve tanecikli düzeydeki zihinsel temsillerini ortaya koymayı amaçlamaktadır (EK-4).

Uygulama

Uygulamalar, 2024–2025 eğitim-öğretim yılının birinci yarısında gerçekleştirilmiş olup veri toplama süreci toplamda sekiz hafta sürmüştür. Nicel veri toplama uygulamaları, aynı

gün içerisinde farklı zaman dilimlerinde, İstanbul ilinin Esenyurt İlçesinde yer alan 4 farklı ortaokulda yürütülmüştür.

Testler uygulanmadan önce, uygulamanın gerçekleştirileceği sınıflarda öğrencilere kullanılacak testlerin amacı ve kapsamı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bu bağlamda öğrencilere, araştırma kapsamında uygulanacak testlere verdikleri cevapların önemli olduğu, doğru ya da yanlış cevap vermelerinin notlarına etki etmeyeceği, ancak soruları dikkatli ve samimi olarak cevaplamaları gerektiği gibi, uygulama sürecinin geçerlik ve güvenilirliğini sağlamaya yönelik açıklamalarda bulunulmuştur. Okullardaki uygulamaların tarih ve sıralaması belirlenmiş, belirlenen sıraya uygun olarak her bir okulda öncelikle Kavram Testi uygulanmıştır. Test uygulamaları sınıf ortamında, ders öğretmenlerinin bilgisi dâhilinde ve araştırmacı gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Kavram Testinin öğrenciler tarafından cevaplanma süresi ortalama 15 dakika sürmüştür. Kavram Testi uygulamasının ardından, aynı öğrenci grubuna Kavram Başarı Testi uygulanmıştır. Kavram Başarı Testinin öğrenciler tarafından cevaplanma süresi yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Uygulama sırasında öğrencilerin birbirleriyle etkileşim kurmalarına izin verilmemiş ve gerekli durumlarda soruların bireysel olarak cevaplanması gerektiği hususunda uyarılarda bulunulmuştur. Uygulama sürecinin tamamı araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Uygulamanın gerçekleştirilme aşamalarının planlanmasında, okulların ders programları, ulaşım ve zaman yönetimi veya aynı gün içerisinde tüm uygulamaların tamamlanabilmesi gibi lojistik etkenler dikkate alınmıştır. Ayrıca uygulamaların aynı gün içerisinde yapılmasının, farklı günlerde oluşabilecek çevresel ve zamansal değişkenlerin etkisini azaltarak veri toplama sürecinin standartlaştırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Bu sayede okullar arası karşılaştırmalarda zaman kaynaklı farklılıkların en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

Testlerin uygulanma sürecinin tamamlanmasının ardından, elde edilen veriler analiz edilmiş ve test sonuçları dikkate alınarak mülakata alınacak öğrenciler seçilmiştir. Mülakatlara katılacak öğrencilerin belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır. Bu doğrultuda, Kavram Testi ve Kavram Başarı Testlerinden elde edilen sonuçlar dikkate alınarak farklı başarı ve kavramsal anlama düzeylerini temsil eden öğrenciler seçilmiştir. Öğrencilerin seçiminde, yüksek, orta ve düşük başarı düzeylerini yansıtan bireylerin yer almasına özellikle dikkat edilmiştir. Bu yaklaşım ile öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin farklı düşünme biçimlerinin ve kavram yanılgılarının daha kapsamlı biçimde ortaya konulması amaçlanmıştır.

Mülakat örneklemini oluşturan öğrenciler, araştırmanın yürütüldüğü okullarda öğrenim gören 8. sınıf öğrencileri arasından gönüllülük esasına dayalı olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında toplam 24 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar okul ortamında uygun ve sessiz bir ortamda bireysel olarak gerçekleştirilmiş ve her bir mülakat ortalama 20 dakika sürmüştür. Mülakatlar, sonrasında analiz edilmek üzere kayıt altına alınmıştır. Bu öğrencilerin 12'si kız, 12'si erkek öğrenciden oluşmaktadır. Cinsiyet dağılımının dengeli tutulmasına özen gösterilerek, elde edilen nitel verilerin yalnızca belirli bir cinsiyet grubunun bakış açısını yansıtmamasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Seçilen öğrencilerle yapılan mülakatlar, öğrencilerin kavramsal açıklamalarını daha ayrıntılı biçimde ortaya koymalarına olanak tanımış, nicel bulguların derinlemesine yorumlanmasına katkı sağlamıştır. Bu bağlamda mülakat örneklemini, araştırmanın nitel boyutunu destekleyici ve tamamlayıcı bir işlev üstlenmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada, Kavram Testinden elde edilen veriler öncelikle betimsel istatistik teknikleriyle analiz edilmiştir. Öğrencilerin test maddelerine verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları hesaplanarak genel eğilimler belirlenmiştir. Bu analizler aracılığıyla öğrencilerin kavramlara ilişkin genel düşünce yapıları ve yaygın eğilimleri ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular tablolar hâlinde sunularak yorumlanmıştır.

Araştırmada uygulanan Kavram Başarı Testi verileri de nicel analiz teknikleri kullanılarak çözümlenmiştir. Test maddelerine verilen yanıtlar doğrultusunda öğrencilerin doğru–yanlış cevap dağılımları incelenmiş, frekans ve yüzde değerleri üzerinden öğrencilerin kavramsal başarı düzeyleri belirlenmiştir. Test sonuçları, öğrencilerin kavramlara ilişkin yüzeysel bilgi düzeylerini ortaya koymak amacıyla değerlendirilmiş ve Kavram Testi ile mülakat bulgularıyla ilişkilendirilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutunu oluşturan mülakat verilerinin analizinde ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatlar ses kaydı alınarak kayıt altına alınmış, ardından bu kayıtlar araştırmacı tarafından birebir yazıya dökülmüştür. Elde edilen metinler defalarca okunarak anlamlı veri birimleri belirlenmiş, benzer ifadeler bir araya getirilerek kodlar oluşturulmuştur. Kodlar, ortak özellikleri doğrultusunda toplanarak sistematik bir yapı hâline getirilmiştir.

Mülakat verilerinin analiz sürecinde, nitel veri analizi yazılımı olan MAXQDA uygulamasından yararlanılmıştır. MAXQDA kullanılarak mülakat dökümleri programa aktarılmış, öğrencilerin ifadeleri kodlanmış ve kodlar arasındaki ilişkiler görsel ve sayısal

olarak incelenmiştir. Program aracılığıyla kod–tema ilişkileri düzenlenmiş, aynı kavram yanılıısına işaret eden ifadeler gruplandırılmış ve analiz sürecinin tutarlılığı artırılmıştır. MAXSQDA’nın sunduğu kodlama ve raporlama özellikleri sayesinde nitel verilerin sistematik ve izlenebilir biçimde analiz edilmesi sağlanmıştır.

Araştırmanın son aşamasında nicel ve nitel bulgular karşılaştırılarak üçgenleme yapılmıştır. Bu süreçte, test verileri ile mülakat bulguları arasındaki örtüşen ve ayrışan yönler betimlenmiş, farklı veri kaynaklarından elde edilen bulgular birlikte değerlendirilmiştir. Bu sayede öğrencilerin yalnızca doğru yanıt verip vermedikleri değil, aynı zamanda bu yanıtları hangi gerekçelere dayandırdıkları ve kavramları nasıl yapılandırdıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırmada elde edilen verilerin analizi, veri toplama araçlarının niteliğine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Nicel ve nitel veriler, açıklayıcı sıralı karma yöntem desenine uygun biçimde, birbirini tamamlayacak şekilde analiz edilmiştir.

Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada araştırmacı, sürecin tüm aşamalarında aktif bir rol üstlenmiştir. Araştırmanın planlama aşamasından veri toplama sürecinin tamamlanmasına ve verilerin analiz edilmesine kadar olan süreç, araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Araştırmanın başlangıç aşamasında, çalışmanın amacı doğrultusunda ilgili alan yazın ayrıntılı biçimde incelenmiş, element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin öğrencilerin yaşadıkları öğrenme güçlükleri ve kavram yanılgıları belirlenmiştir. Bu incelemeler doğrultusunda araştırma deseni oluşturulmuş ve kullanılacak veri toplama araçları planlanmıştır.

Araştırmacı, veri toplama sürecinde kullanılan test ve mülakat sorularını bizzat geliştirmiş, bu araçların kapsam ve içerik geçerliğini sağlamak amacıyla uzman görüşlerine başvurmuştur. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda veri toplama araçlarında gerekli düzenlemeler yapılmış ve araçlara son şekli verilmiştir.

Ayrıca araştırmacı, veri toplama süreci öncesinde okullarla gerekli izin süreçlerini yürütmüş ve uygulamaların gerçekleştirileceği sınıfların belirlenmesinde aktif rol almıştır.

Uygulama sürecinde araştırmacı, belirlenen okullarda veri toplama faaliyetlerini bizzat gerçekleştirmiştir. Test uygulamalarından önce öğrencilere araştırmanın amacı, gönüllülük esasları ve gizlilik ilkeleri açıklanmış, öğrencilerin rahat ve güvenli bir ortamda soruları yanıtlamaları sağlanmıştır.

Araştırmacı, uygulamaların standart koşullar altında gerçekleştirilmesine zen göstermiş, testlerin aynı yönergelerle, benzer srelerde ve sınıf ortamında uygulanmasını sağlamıştır.

Nicel veri toplama sürecinin tamamlanmasının ardından araştırmacı, elde edilen verilerin analizini gerçekleştirmiş, analiz sonuçlarına dayanarak mülakat yapılacak öğrencileri belirlemiştir. Mülakat sürecinde araştırmacı, yarı yapılandırılmış mülakatları bireysel olarak yürütmüş, görüşmeler sırasında öğrencilerin düşüncelerini özgürce ifade edebilmeleri için yönlendirici olmayan bir tutum benimsemiştir. Mülakatlar sırasında elde edilen ses kayıtları araştırmacı tarafından birebir yazıya dökülmüş ve analiz sürecine hazır hâle getirilmiştir.

Araştırmacı, nitel verilerin analizinde içerik analizi yöntemini kullanmış, kodlama, tema oluşturma ve yorumlama süreçlerini sistematik biçimde yürütmüştür. Bu süreçte nitel veri analizi yazılımı olan MAXQDA'dan yararlanılmış, verilerin düzenlenmesi, kodlanması ve raporlanması araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Nicel ve nitel veriler birlikte ele alınarak bulgular yorumlanmış ve araştırmanın sonuçları oluşturulmuştur.

Araştırma sürecinin son aşamasında araştırmacı, elde edilen bulguları alan yazınla ilişkilendirerek tartışmış, çalışmanın sınırlılıklarını ve ileriye dönük önerilerini belirlemiştir. Bu bağlamda araştırmacı, araştırmanın tüm aşamalarında planlayıcı, uygulayıcı, veri toplayıcı ve veri analiz edici rollerini üstlenerek sürecin bütüncül ve sistematik biçimde yürütülmesini sağlamıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen nicel ve nitel bulgular, araştırma soruları doğrultusunda ve açıklayıcı sıralı karma yöntem desenine uygun biçimde sunulmuştur. Bulgular, veri türlerine göre sıralanmış, öncelikle Kavram Testi ve Kavram Başarı Testlerinden elde edilen nicel bulgulara, ardından yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen nitel bulgulara yer verilmiştir. Bölümün son kısmında ise nicel ve nitel bulgular arasındaki ilişki betimleyici biçimde ele alınmıştır.

Kavram Testi

Kavram Testi'nden elde edilen veriler, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin öz değerlendirmelerine yönelik dağılımları ortaya koymaktadır. Kavram Testine ait betimsel istatistik (frekans ve yüzde dağılımları) değerleri Tablo 2' de verilmektedir.

Tablo 2. *Kavram Testi frekans ve yüzde dağılımı*

MADDE	EVET		HAYIR	
	(f)	(%)	(f)	(%)
1. Seçtiğiniz element modeli veya modellerini aynı cins atomlardan oluştuğu için mi seçtiniz?	303	58.3	217	41.7
2. Seçtiğiniz element modeli veya modellerini belirtilen şekillerden yararlanarak mı seçtiniz?	350	67.3	169	32.5
3. Seçtiğiniz element modeli veya modellerini belirtilen kimyasal sembollerine göre mi seçtiniz?	257	49.4	263	50.6
4. Seçtiğiniz atomik yapılı element modeli veya modellerini şekillerdeki görünümüne göre mi seçtiniz?	358	68.8	160	30.8
5. Seçtiğiniz atomik yapılı element modeli veya modellerini belirtilen kimyasal sembollerine göre mi seçtiniz?	230	44.2	290	55.8
6. Seçtiğiniz moleküler yapılı element modeli veya modellerini şekillerdeki grup görünümüne göre mi belirlediniz?	273	52.5	247	47.5

Tablo 2. (Devamı)

7. Seçtiğiniz moleküler yapı element modeli veya modellerini kimyasal sembollerine göre mi belirlediniz?	264	50.8	256	49.2
8. Seçtiğiniz moleküler yapı element modeli veya modellerini ‘birden fazla atomun bir araya gelerek oluşturduğu gruplara molekül adı verilir’ tanımına göre mi seçtiniz?	307	59.0	213	41.0
9. Bileşik modeli veya modellerini seçerken şekillerdeki görünümüne göre mi seçtiniz?	357	68.7	163	31.3
10. Bileşik modeli veya modellerini seçerken belirtilen kimyasal formüllerine göre mi seçtiniz?	230	44.2	288	55.4
11. Bileşik modeli veya modellerini seçerken ‘en az iki farklı atomun bir araya gelerek oluşturduğu yapıya bileşik denir’ tanımına göre mi seçtiniz?	302	58.1	216	41.5
12. Seçtiğiniz moleküler yapı bileşik modeli veya modellerini şekillerdeki görünümüne göre mi belirlediniz?	309	59.4	210	40.4
13. Seçtiğiniz moleküler yapı bileşik modeli veya modellerini kimyasal formüllerine göre mi seçtiniz?	263	50.6	253	48.7
14. Seçtiğiniz moleküler yapı bileşik modeli veya modellerini ‘iyonik yapı olmayan bileşikler moleküler yapıda bileşiklerdir’ tanımına göre mi seçtiniz?	220	42.3	299	57.5
15. Moleküler yapıda olmayan bileşik modeli veya modellerini şekillerdeki görünümüne göre mi belirlediniz?	297	57.1	221	42.5
16. Moleküler yapıda olmayan bileşik modeli veya modellerini kimyasal formüllerine göre mi belirlediniz?	280	53.8	236	45.4
17. Seçtiğiniz moleküler yapıda olmayan bileşik modeli veya modellerini ‘iyonik yapıda olan bileşikler moleküler yapıda değildir’ tanımına uygun olarak mı belirlediniz?	179	34.4	338	65.0
18. Moleküler yapı element veya moleküler yapı bileşikleri ‘birden fazla atomun bir araya gelerek oluşturduğu gruplara molekül denir’ tanımına uygun olarak mı seçtiniz?	303	58.3	217	41.7

Tablo 2’de Element, Bileşik ve Molekül Kavramları Ölçeği’nde yer alan maddelere verilen EVET/HAYIR cevaplarının frekans ve yüzde dağılımları sunulmuştur. Boş bırakılan yanıt sayıları düşük düzeyde olduğundan tabloya dâhil edilmemiştir.

Öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin karar verme ölçütlerini belirlemeye yönelik cevaplar incelendiğinde, bazı maddelerde EVET oranlarının yüksek, bazı maddelerde ise HAYIR oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin söz

konusu kavramları değerlendirirken farklı ölçütlere dayalı kararlar verdiklerini ve kavramsal anlama düzeylerinin maddelere göre değişkenlik gösterdiğine işaret etmektedir. Bu doğrultuda, öğrencilerin kavramlara ilişkin düşünme biçimlerini daha ayrıntılı ortaya koymak amacıyla, Tablo 2’de yer alan maddelere ilişkin bulgular aşağıda madde bazında ele alınmıştır.

Birinci maddeye verilen yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin % 58.3’ünün “Evet”, % 41.7’sinin ise “Hayır” yanıtını verdiği görülmektedir. Bu bulgu, öğrencilerin bir kısmının element kavramını “aynı cins atomlardan oluşma” özelliğiyle ilişkilendirebildiğini; ancak önemli bir öğrenci grubunun bu temel tanımsal özelliği göz ardı ettiğini göstermektedir.

İkinci maddede “Evet” yanıtlarının % 67.3 oranında olması, öğrencilerin element kavramını belirlerken kavramsal bilgiden ziyade görsel ipuçlarına dayalı bir seçim yaptıklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, kavramsal öğrenmenin yüzeysel düzeyde kaldığını düşündürmektedir.

Üçüncü maddeye göre “Evet” (% 49.4) ve “Hayır” (% 50.6) yanıtlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin kimyasal semboller ile element kavramı arasında net bir ilişki kurmakta zorlandıklarını göstermektedir.

Dördüncü maddeye verilen “Evet” yanıtı oranının % 68.8 olması, atomik yapıli elementlerin çoğunlukla şekilsel benzerliklere dayalı olarak ayırt edildiğini göstermektedir. Bu bulgu, öğrencilerin atomik yapı kavramını görsel temsillerle sınırlı biçimde algıladıklarını düşündürmektedir.

Beşinci maddede ise “Hayır” yanıtlarının % 55.8 ile daha yüksek olması, öğrencilerin atomik yapıli elementleri kimyasal semboller üzerinden ayırt etmede güçlük yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

Altıncı maddeye bakıldığında “Evet” yanıtlarının % 52.5 düzeyinde kalması, öğrencilerin moleküler yapıli elementleri grup hâlindeki görünümlele ilişkilendirmede sınırlı bir başarıya sahip olduklarını göstermektedir.

Yedinci maddede diğerlerinden farklı olarak “Evet” yanıtlarının “Hayır” yanıtlarına göre % 50.8’e karşılık % 49.2 oranında dengeli olması, moleküler yapıli elementlerin kimyasal sembollerle ayırt edilmesinde kavramsal netliğin oluşmadığını göstermektedir.

Sekizinci maddeye verilen % 59.0 oranındaki “Evet” yanıtı, öğrencilerin molekül tanımını kısmen kullandıklarını ancak bu bilginin tüm öğrenciler tarafından içselleştirilmediğini göstermektedir.

Dokuzuncu maddede verilen yüksek orandaki “Evet” yanıtlarının % 68.7 olması, bileşik kavramının öğrenciler tarafından büyük ölçüde görsel temsiller üzerinden yapılandırıldığını ortaya koymaktadır.

Onuncu maddede “Hayır” yanıtlarının % 55.4 ile daha yüksek olması, öğrencilerin bileşikler kimyasal formüller üzerinden ayırt etmede zorlandıklarını göstermektedir.

On birinci madde incelendiğinde bu bulgu, öğrencilerin % 58.1’inin tanımsal bilgiyi kullandığını ancak önemli bir kısmının bu temel tanımları uygulamaya aktaramadığını göstermektedir.

On ikinci maddede “Evet” yanıtlarının % 59.4 olması, moleküler yapı bileşiklerin çoğunlukla şekilsel özellikler temel alınarak ayırt edildiğini göstermektedir.

On üçüncü maddenin “Evet” yanıtı dağılımının % 50.6 oranında dengeli olması, öğrencilerin formül–yapı ilişkisini kurmakta zorlandıklarını ortaya koymaktadır.

On dördüncü maddede “Hayır” yanıtlarının % 57.5 olması, iyonik–moleküler yapı ayırımına ilişkin belirgin bir kavram yanlışlığı bulunduğunu göstermektedir.

On beşinci maddede “Hayır” yanıtlarının % 65.0 oranında olması, öğrencilerin moleküler yapıda olmayan bileşikler görsel temsiller üzerinden ayırt etmekte zorlandıklarını göstermektedir.

On altıncı maddeye verilen % 53.8 oranındaki “Evet” yanıtı, öğrencilerin formül bilgisine dayalı sınıflandırmada sınırlı da olsa bir başarı gösterdiklerini ortaya koymaktadır.

On yedinci maddeye bakıldığında ise “Hayır” yanıtlarının % 65.0 ile yüksek olması, iyonik yapı kavramının öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmadığını göstermektedir.

Son olarak on sekizinci madde için verilen yanıtlar, % 58.3 oranında “Evet”, % 41.7 oranında ise “Hayır” olarak bulgulanmıştır. Bu durum öğrencilerin molekül kavramını hem element hem de bileşik bağlamında genelleyerek kullandıklarını, ancak bu genellemenin bilimsel sınırlarını ayırt etmekte zorlandıklarını göstermektedir.

Genel olarak öğrencilerin tanıma dayalı kavramsal ölçütler yerine şekilsel ve yüzeysel özellikleri daha fazla kullandıkları, element, bileşik ve molekül kavramlarını bilimsel tanımlar çerçevesinde bütüncül olarak ayırt etmekte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte özellikle molekül kavramına ilişkin maddelerde öğrencilerin verdikleri yanıtlar arasında tutarsızlıklar bulunduğu belirlenmiştir. Bazı öğrencilerin molekül kavramına ilişkin öz değerlendirmeleri ile aynı kavrama yönelik görsel ve sınıflandırma temelli maddelere verdikleri

yanıtların örtüşmediği görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin molekül kavramına ilişkin bilgilerinin bütüncül bir kavramsal yapıdan ziyade parçalı ve bağlamsal olarak değişken bir nitelik taşıdığını düşündürmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin farklı temsil düzeylerinde (tanımsal, görsel ve sembolik) aynı kavramı tutarlı biçimde kullanamadıkları anlaşılmaktadır.

Bu bağlamda Kavram Testi'nden elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarını anlamlandırma süreçlerinde çeşitli zorluklara sahip oldukları görülmektedir. Bu süreçte öğrencilerin Element, Bileşik ve Molekül Kavramları ile Tanecik ve Kimyasal Yapılara yönelik yaşadıkları zorluklar aşağıda sırasıyla özetlenmektedir:

Element

- Öğrencilerin bir kısmının elementi “aynı tür atomlardan oluşma” özelliğiyle ilişkilendirmekte zorlandığı görülmektedir.
- Elementlerin ayırt edilmesinde tanecik yapısı yerine görsel benzerliklerin kullanıldığı anlaşılmaktadır.
- Kimyasal semboller ile element kavramı arasında yeterli ilişki kurulamaması, sembolik düzeyde anlamlandırma güçlüğüne işaret etmektedir.
- Atomik yapıli elementlerin çoğunlukla şekilsel temsiller üzerinden tanındığı ve atomik yapı kavramının bilimsel içeriğiyle yeterince ilişkilendirilmediği görülmektedir.

Molekül

- Moleküler yapıli elementlerin tanınmasında öğrencilerin sınırlı bir kavramsal anlayışa sahip oldukları anlaşılmaktadır.
- Molekül tanımının kısmen bilindiği ancak tutarlı biçimde uygulanamadığı görülmektedir.
- Molekül kavramının hem element hem de bileşik bağlamında genelleştirilerek kullanıldığı, ancak bu kullanımın bilimsel sınırlarının yeterince ayırt edilemediği anlaşılmaktadır.
- Moleküler yapı ile kimyasal semboller arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından açık biçimde kurulamadığı görülmektedir.

Bileşik

- Bileşik kavramının çoğunlukla görsel temsiller üzerinden yapılandırıldığı anlaşılmaktadır.
- Bileşiklerin kimyasal formüller aracılığıyla tanınmasında güçlük yaşandığı görülmektedir.
- Tanımsal bilginin kısmen kullanılabildiği, ancak bu bilginin uygulama düzeyine aktarılamadığı dikkat çekmektedir.
- Moleküler yapıli bileşiklerin ayırt edilmesinde şekilsel özelliklerin belirleyici olduğu anlaşılmaktadır.
- Moleküler yapıda olmayan bileşiklerin tanınmasında önemli güçlükler bulunduğu görülmektedir.

Tanecik Yapısı ve Kimyasal Yapı

- Formül ile tanecik yapısı arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından yeterince kurulamadığı anlaşılmaktadır.
- İyonik ve moleküler yapı ayırımına ilişkin kavramsal belirsizliklerin bulunduğu görülmektedir.
- İyonik yapı kavramının öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmadığı dikkat çekmektedir.
- Kimyasal yapıların sınıflandırılmasında sembolik ve submikroskopik düzeyler arasında bağlantı kurmada güçlük yaşandığı görülmektedir.

Kavram Başarı Testi

Araştırmada kullanılan Kavram Başarı Testi, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin kavramsal bilgi düzeylerini, bu kavramları birbirinden ayırt edebilme, doğru biçimde sınıflandırabilme ve bilimsel tanımlar doğrultusunda yorumlayabilme becerilerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Test, öğrencilerin bu kavramlara yönelik sahip oldukları ön bilgileri ve geçmiş dönemlerdeki anlama güçlüklerinin giderilmesine yönelik öğretimsel düzenlemelere ışık tutmayı amaçlamaktadır. Kavram Başarı Testinin ikinci kısmı olan çoktan seçmeli testinin maddelerine ait betimsel istatistik (frekans ve yüzde dağılımları) değerleri Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3. *Kavram Başarı Testi Frekans ve Yüzde Dağılımı*

Soru	A		B		C		D		Boş	
	f	(%)	F	(%)	f	(%)	f	(%)	f	(%)
1	40	(8.2)	160	(32.7)	68	(13.9)	146	(29.8)	76	(15.5)
2	90	(17.3)	190	(36.5)	96	(18.5)	85	(16.3)	59	(11.3)
3	60	(11.5)	93	(17.9)	180	(34.6)	86	(16.5)	101	(19.4)
4	65	(12.5)	122	(23.5)	183	(35.2)	65	(12.5)	85	(16.3)
5	75	(14.4)	77	(14.8)	99	(19.0)	180	(34.6)	89	(17.1)
6	68	(13.1)	62	(11.9)	172	(33.1)	99	(19.0)	119	(22.9)
7	57	(11.0)	197	(37.9)	40	(7.7)	100	(19.2)	126	(24.2)
8	80	(15.4)	75	(14.4)	182	(35.0)	85	(16.3)	98	(18.8)
9	80	(15.4)	96	(18.5)	111	(21.3)	143	(27.5)	90	(17.3)
10	61	(11.7)	170	(32.7)	67	(12.9)	187	(36.0)	35	(6.7)

Bu testte yer alan maddeler, öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarını tanımsal, sembolik ve mikroskobik düzeylerde anlama durumlarını belirlemeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu kapsamda test, öğrencilerin söz konusu kavramları ayırt etme ve doğru biçimde sınıflandırma düzeylerine ilişkin dağılımların ortaya konmasına olanak sağlamaktadır. Elde edilen bulgular, element–bileşik–molekül ayrımını gerektiren sorularda genel olarak düşük doğru yanıt oranlarının bulunduğunu göstermiştir. Özellikle molekül kavramına yönelik sorularda hata oranlarının arttığı, molekül yapıli elementler ile bileşiklerin sıklıkla birbirine karıştırıldığı belirlenmiştir. Ayrıca sembolik gösterimlere dayalı sorularda bazı öğrenciler tarafından doğru seçeneklerin işaretlenmesine rağmen, bu tercihlerin gerekçelendirilmesinde sınırlılıklar olduğu görülmüştür. Bu yönüyle Kavram Başarı Testi, öğrencilerin yalnızca yanıt performanslarını değil, aynı zamanda kavramsal anlama düzeylerini ve yaygın kavram yanılgılarını ortaya koyan bir ölçme aracı niteliği taşımaktadır.

Tablo 3’de, Element, Bileşik ve Molekül Kavramları Değerlendirme Testi’nde yer alan 10 çoktan seçmeli soruya verilen cevapların frekans ve yüzde dağılımları sunulmuştur. Yüzde değerleri her bir soru için verilen toplam cevap sayısı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Boş bırakılan cevaplar ayrı bir kategori altında gösterilmiştir.

Tablo incelendiğinde, öğrencilerin bazı sorularda belirli seçeneklerde yoğunlaştıkları, bazı sorularda ise cevapların seçenekler arasında dağıldığı görülmektedir. Özellikle kavramsal ayırım ve ilişkilendirme gerektiren sorularda boş bırakılan cevap oranlarının arttığı belirlenmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin element, bileşik ve molekül kavramlarını yüzeysel düzeyde bildiklerini, ancak kavramlar arası ilişki kurmada zorlandıklarını göstermektedir. Tablo 3’de yer verilen bulgular ışığında ortaya çıkan bazı kavram yanlışları aşağıda belirtilmiştir:

- Element, bileşik ve karışım kavramları birbirine karıştırılmaktadır.
- Element–bileşik ayırımında atom türü ölçütü kullanılmamaktadır.
- Molekül kavramı yalnızca bileşiklerle ilişkilendirilmektedir.
- Molekülün yalnızca iki atomdan oluştuğu düşünülmektedir.
- Bileşiklerin, kendini oluşturan elementlerin özelliklerini aynen taşıdığı düşünülmektedir.
- Kimyasal sembol ve formüller kavramsal anlamından bağımsız ezberlenmektedir.
- Kimyasal formüllerde alt indis kavramı yanlış anlaşılması,
- Karışımların da kimyasal formüllerle gösterilebileceği düşünülmektedir.
- Moleküler yapı ile atomik yapı arasında ayırım yapılamamaktadır.

Bu doğrultuda, nicel bulgularla belirlenen kavram yanlışlarının öğrenci bakış açısıyla nasıl şekillendiğini ve hangi gerekçelere dayandığını ortaya koymak amacıyla, araştırmanın bir sonraki aşamasında yarı yapılandırılmış mülakatlara yer verilmiştir.

Mülakatlar

Bu bölümde, araştırma kapsamında uygulanan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen nitel bulgulara yer verilmiştir. Mülakatlar, gönüllülük esasına dayalı olarak öğrencilerle birebir gerçekleştirilmiş, görüşmeler sırasında öğrencilerin verdikleri yanıtlar ses kaydı alınarak kayıt altına alınmıştır. Elde edilen ses kayıtları daha sonra araştırmacı tarafından birebir yazıya dökülmüş ve analiz sürecinde bu dökümler esas alınmıştır. Öğrencilerin kimlik bilgilerinin gizliliğini sağlamak amacıyla, katılımcılar Ö1, Ö2, Ö3 şeklinde kodlanarak ifade edilmiştir. Mülakat verilerinin analizinde, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin açıklamaları ile tanecik modeli çizimleri birlikte değerlendirilmiş, öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri ve sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu alt bölümde, yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen nitel veriler analiz edilmiştir. Nitel analiz sonucunda elde edilen kodlar Tablo 4’te dört ana üst tema altında toplanmıştır:

Tablo 4. Kodlama ve Tema Yapısı (Üst Tema–Alt Tema)

Üst Tema	Alt Tema	Kodlar	Açıklama
Kavramsal Tanım ve Bilgi Düzeyi	Element kavramı algısı	Saf madde vurgusu, tek tür madde, atom belirsizliği	Elementin bilimsel tanımının eksik olduğu görülmüştür.
Kavramsal Tanım ve Bilgi Düzeyi	Molekül kavramı algısı	Atomların birleşmesi, en küçük yapı yanılığı	Atom–molekül ayrımında güçlük yaşandığı belirlenmiştir.
Kavramsal Tanım ve Bilgi Düzeyi	Bileşik kavramı algısı	Birleşme ifadesi, ezbere tanım	Bileşik kavramının neden–sonuç ilişkisiyle açıklanamadığı görülmüştür.
Ayırt Etme ve Sınıflandırma	Element türleri ayrımı	Molekül yapılı–atomik yapılı element karışıklığı	Yapısal sınıflandırmada kavramsal belirsizlik vardır.
Ayırt Etme ve Sınıflandırma	Molekül–bileşik ilişkisi	Her molekül bileşiktir yanılığı	Molekül ve bileşik kavramları eş anlamlı kullanılmaktadır.
Günlük Yaşamla İlişkilendirme	Günlük örnek kullanımı	Su, hava, metal örnekleri	Günlük örnekler bilimsel kavramlarla örtüşmemektedir.
Günlük Yaşamla İlişkilendirme	Bilginin işlevselliği	Sınav odaklı algı	Bilginin günlük hayata transferi sınırlıdır.
Kavram Yanılgıları	Molekül yanılgıları	Molekül sadece bileşiklerde bulunur	Molekül kavramının kapsamı dar algılanmaktadır.
Kavram Yanılgıları	Yeni madde oluşumu	Aynı atomlar birleşince yeni madde oluşur	Kimyasal bağ yeterince kavranmamıştır.
Kavram Yanılgıları	Ayırma süreçleri	Bileşikler fiziksel yollarla ayrılır	Kimyasal–fiziksel ayrım net değildir.

Tablo 4’te yer alan bulgular, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin tanımlarının büyük ölçüde yüzeysel ve parçalı bir bilgi yapısına dayandığını ortaya koymaktadır. Özellikle element kavramının “saf madde” ve “tek tür madde” gibi ifadelerle açıklanması, öğrencilerin bu kavramı gündelik dil düzeyinde ele aldıklarını, atomik yapı ve tanecik boyutuna ilişkin bilimsel çerçeveyi yeterince kuramadıklarını göstermektedir. Element–atom ilişkisinin belirsizliği, öğrencilerin temel kimya kavramlarını hiyerarşik bir bütünlük

içinde yapılandıramadıklarına işaret etmektedir. Aşağıda bazı öğrenci alıntıları bu duruma örnek teşkil etmektedir:

Ö1: *“Element saf maddedir, yani içinde başka bir şey yoktur. Ama atom mu oluyor tam bilmiyorum, hani tek tür madde diyebiliriz.”*

Ö2: *“Element dediğimiz şey mesela demir gibi, saf oluyor ama içinde atom mu var molekül mü var emin değilim.”*

Öğrenci ifadelerinde element kavramının çoğunlukla “saf madde” ve “tek tür madde” gibi ifadelerle tanımlandığı görülmüştür. Atomik yapı ve tanecik düzeyine ilişkin açıklamaların sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Molekül kavramına ilişkin ifadelerde atom ve molekül kavramlarının birbiriyle karıştırıldığı, molekülün çoğunlukla yalnızca bileşiklerle ilişkilendirildiği görülmüştür. Bileşik kavramına yönelik açıklamaların ise genellikle kısa ve genel nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Aşağıdaki mülakat verileri bu durumu destekler niteliktedir.

Ö7: *“Molekül atomların birleşmesiyle oluşur, en küçük yapı diye biliyorum. Daha küçüğü yoktur.”*

Ö9: *“Molekül olunca artık madde oluyor, atomdan sonra gelen şey gibi.”*

Öğrencilerin verdikleri cevaplarda, molekül yapı ve atomik yapı elementleri ayırt etmede güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. O₂, H₂O ve CO₂ gibi sembolik gösterimlerin sınıflandırılmasında öğrencilerin farklı ölçütler kullandıkları görülmüştür. Öğrenci ifadelerinde atom türü, atom sayısı ve bağ yapısına dayalı sistematik bir sınıflandırmanın sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda verilen bazı cevaplar bu durumu örneklemektedir;

Ö4: *“Bileşik iki maddenin birleşmesiyle olur, yani karışım gibi ama daha kalıcı.”*

Ö5: *“Bileşik birleşince oluşuyor ama neden birleştiğini bilmiyorum, öyle ezberledik.”*

Öğrencilerin su ve hava gibi maddeleri günlük yaşamdaki bilimsel kavramlarla ilişkilendirilmesinde tutarsızlıklar bulunduğu görülmüştür. Özellikle hava ve su örnekleri üzerinden yapılan açıklamalarda kavramlar arası ayrımların aşağıda verilen cevapta net olmadığı belirlenmiştir.

Ö8: *“Su bileşiktir çünkü içiyoruz, hava da element olabilir çünkü her yerde var.”*

Bu tema altında öğrencilerde yaygın olarak gözlenen kavram yanılgıları yer almaktadır. Molekül kavramının yalnızca bileşiklerle sınırlandırılması, aynı tür atomların birleşmesiyle yeni bir maddenin oluşacağı düşüncesi ve bileşiklerin fiziksel yollarla ayrılabilmesine yönelik

ifadeler bu yanlışlar arasında yer almaktadır. Öğrenci açıklamalarında kimyasal bağ ve tanecik düzeyine ilişkin kavramların sınırlı kullanıldığı görülmüştür. Yukarıda özetlenen kavram yanlışları ve sınırlı kavramsal temsiller, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarını bilimsel çerçevede bütüncül olarak yapılandıramadıklarını göstermektedir. Tablo 5’te sunulan alt temalar, kodlar ve öğrenci ifadelerinin özellikleri ise bu yetersizliklerin gündelik dil kullanımından atomik düzeye geçememe, atom–molekül ayrımının kurulamaması ve neden-sonuç ilişkilerinin zayıflığı üzerinden nasıl sistematik biçimde ortaya çıktığını ayrıntılı olarak ortaya koymaktadır.

Tablo 5. *Kavramsal Tanım ve Bilgi Düzeyi*

Kavram	Alt Tema	Kodlar	Öğrenci İfadelerinin Özelliği	Yorum
Element	Gündelik tanım kullanımı	Saf madde, tek tür madde, karışım değil	Tanımlar günlük dile dayalıdır	Bilimsel tanımın atomik boyutu eksiktir
Element	Atomik yapı belirsizliği	Atom vurgusunun yapılmaması, kararsızlık	Kavramsal ifadeler net değildir	Element–atom ilişkisi yeterince kurulmamıştır
Molekül	Atom–molekül karışıklığı	Atomların birleşmesi, en küçük yapı yanlışlığı	Yarı doğru ve eksik açıklamalar	Molekül kavramı atom kavramıyla karıştırılmaktadır
Molekül	Molekülün kapsamı	Molekül sadece bileşiklerde bulunur	Kavram sınırları daraltılmaktadır	Molekül yapıları element bilgisi zayıftır
Bileşik	Ezbere dayalı tanım	Birleşince oluyor, ezber ifade	Neden–sonuç ilişkisi yoktur	Bileşik kavramı yüzeysel öğrenilmiştir
Bileşik	Atom–element karışması	Element mi atom mu belirsizliği	Kavramlar iç içe kullanılmaktadır	Kimyasal yapı bilgisi yetersizdir

Tablo 5’te, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarına ilişkin tanımlarında kullanılan kodlar ve bu kodların dağılımı sunulmaktadır. Öğrenci ifadelerinde element kavramının çoğunlukla “saf madde” ve “tek tür madde” gibi ifadelerle açıklandığı, atom kavramına doğrudan gönderme yapılmadığı görülmüştür.

Molekül kavramına ilişkin ifadelerde atom ve molekül kavramlarının birlikte kullanıldığı ve molekülün çoğunlukla yalnızca bileşiklerle ilişkilendirildiği belirlenmiştir. Bileşik kavramına yönelik açıklamalarda ise tanımların genellikle kısa olduğu ve atom, element ve bileşik kavramlarının birlikte kullanıldığı görülmüştür.

Aşağıda, bu temaya ilişkin bazı öğrenci ifadelerine yer verilmiştir:

Ö3: “*Element saf bir maddedir, karışım değildir.*”

Ö7: “*Element tek başına olur, başka madde karışmaz.*”

Ö5: “*Bileşik birleşince oluşuyor ama neden birleştiğini bilmiyorum, öyle ezberledik.*”

Ö9: “*Molekül atomların birleşmesiyle oluşur ama aynı atomlar birleşirse molekül olmaz.*”

Tablo 5’te ortaya konulan, öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarını çoğunlukla gündelik dil temelli, atomik yapıdan ve neden-sonuç ilişkilerinden kopuk biçimde tanımlamaları, bu kavramlara ilişkin zihinsel temsillerin yeterince yapılandırılmadığını göstermektedir. Bu sınırlı ve parçalı kavramsal yapıların, öğrencilerin kavramları birbirinden ayırt etme ve bilimsel ölçütlere göre sınıflandırma süreçlerine nasıl yansıdığını incelemek amacıyla ise Tablo 6’da Ayırt Etme ve Sınıflandırma Becerileri ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Tablo 6. *Ayırt Etme ve Sınıflandırma Becerileri*

Odak Alan	Alt Tema	Kodlar	Öğrenci Yanıtlarının Özelliği	Yorum
Elementlerin yapısı	Molekül yapılı–atomik yapılı element ayrımı	Her element molekül yapılıdır yanılışı, O ₂ –Fe karşılaştırmasında kararsızlık	Yanıtlar çelişkili ve kararsızdır	Elementlerin yapısal sınıflandırması net değildir
Molekül–bileşik ilişkisi	Kavramsal sınır belirsizliği	Her molekül bileşiktir düşüncesi, farklı atom şartı	Genelleyici ve hatalı çıkarımlar yapılmaktadır	Molekül ve bileşik kavramları eş anlamlı algılanmaktadır
Sembolik gösterimler	Kimyasal formül yorumlama	O ₂ , H ₂ O, CO ₂ ’nin yanlış sınıflandırılması	Formüller ezbere dayalı yorumlanmaktadır	Sembolik–kavramsal bağ kurulmamıştır

Tablo 6. (Devamı)

Ayırt etme stratejileri	Bilimsel ölçüt eksikliği	Atom türü, bağ yapısı, oran bilgisinin kullanılmaması	Sınıflandırma ölçütleri açıkça ifade edilmemektedir	Bilimsel sınıflandırma kriterleri içselleştirilmemiştir
Kavramsal sorgulama	Üst düzey ayırt etme	“Her molekül bileşik midir?” sorusunda kararsızlık	Yanıtlar tutarsızdır	Kavramlar arası hiyerarşi zayıftır

Bu tema kapsamında öğrencilerin molekül yapılı ve atomik yapılı elementleri ayırt etmeye, molekül–bileşik ilişkisini kurmaya ve sembolik gösterimleri (O_2 , H_2O , CO_2 vb.) sınıflandırmaya yönelik ifadelerine yer verilmiştir. Öğrenci yanıtlarında, bu kavramlara ilişkin farklı sınıflandırmaların yapıldığı görülmüştür.

Tablo 6’da, sunulan bulgulara göre öğrencilerin element, molekül ve bileşik kavramlarını ayırt etme ve sınıflandırmaya yönelik ifadelerinde öne çıkan kodlar sunulmaktadır. Öğrenci yanıtlarında, molekül yapılı ve atomik yapılı elementlerin sınıflandırılmasında farklı yaklaşımların kullanıldığı görülmüştür. O_2 ve Fe gibi sembolik gösterimlere ilişkin sınıflandırmaların öğrenciler arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Aşağıda, bu temaya ilişkin bazı öğrenci ifadelerine yer verilmiştir:

Ö7: “ O_2 element ama molekül gibi yazıldığı için bileşik olabilir diye düşündüm.”

Ö1: “Fe tek başına yazıldığı için element ama O_2 iki atomlu olduğu için karıştırıyorum.”

Molekül–bileşik ilişkisine yönelik öğrenci ifadelerinde, molekül kavramının farklı biçimlerde tanımlandığı görülmüştür. Bazı öğrenciler molekülü yalnızca farklı atomların birleşmesiyle oluşan yapılarla ilişkilendirmiştir. Bu kapsamda aşağıdaki öğrenci ifadeleri kaydedilmiştir:

Ö5: “Molekül dediğimiz şey bileşik oluyor.”

Ö6: “Aynı atomlardan oluşuyorsa molekül sayılmaz.”

Sembolik gösterimlere ilişkin ifadeler incelendiğinde, öğrencilerin kimyasal formülleri değerlendirirken atom sayısı ve formülde yer alan atom türü gibi ölçütleri farklı biçimlerde kullandıkları belirlenmiştir. Bazı öğrenciler O_2 formülünü iki atom içerdiği için molekül, H_2O ve CO_2 ’yi ise farklı atom türleri içerdiği için bileşik olarak sınıflandırmıştır.

Tablo 6’da ortaya konulan, öğrencilerin sembolik gösterimler ve molekül–bileşik ilişkileri üzerinden kavramları ayırt etmede yaşadıkları belirsizlikler ve tutarsız sınıflandırma eğilimleri, bu güçlüklerin özellikle element kavramının nasıl yapılandırıldığı ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Söz konusu kavramsal sorunların incelenebilmesi amacıyla, Tablo 7’de Şube A öğrencilerinin element kavramına ilişkin kod–tema analizine yer verilmiştir.

Tablo 7. *Element Kavramına İlişkin Kod–Tema Analizi (Şube A)*

Kod	Tema	Öğrenci Kodları	Yorum
Tek tür madde vurgusu	Elementin saf/tek tür madde olarak algılanması	A1.A2. A3	Kavramsal sınır belirsiz
Saf madde = element	Saf madde olan her şeyin element sanılması	A3.A2	Yaygın kavram yanılgısı
Molekül–element karışması	Elementlerin molekül içerip içermediğinde kararsızlık	A4	Atom–molekül ayrımı zayıf
Alt tür bilgisi eksikliği	Element çeşitleri ve yapıları konusunda yetersizlik	A5	Ezbere dayalı öğrenme

Tablo 7’de sunulan bulgulara göre Şube A’da öğrenim gören öğrencilerin element kavramına ilişkin ifadelerinden elde edilen kod–tema analizine yer verilmiştir. Analiz sonuçları, öğrencilerin element kavramını çoğunlukla “tek tür madde” ve “saf madde” özellikleri üzerinden tanımladıklarını; ancak bu özelliklerin kavramsal sınırlarını net biçimde belirleyemediklerini göstermektedir. Özellikle saf madde olan her yapının element olarak algılanması, öğrenciler arasında yaygın bir kavram yanılgısının bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bazı öğrencilerin elementlerin molekül içerip içermediği konusunda kararsız kaldıkları ve atom–molekül ayrımını yeterince netleştiremedikleri görülmektedir. Ayrıca, element çeşitleri ve elementlerin yapısal özelliklerine ilişkin bilgilerin sınırlı olması, öğrencilerin bu kavramı büyük ölçüde ezbere dayalı biçimde öğrendiklerini düşündürmektedir. Bu bulgular, element kavramının öğrenciler tarafından yüzeysel düzeyde yapılandırıldığını ve tanecikli düzeyde desteklenmeye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Tablo 7’de ortaya konulan, öğrencilerin element kavramını çoğunlukla tek tür ve saf madde çerçevesinde, tanecikli yapıdan ve yapısal özelliklerden kopuk biçimde anlamlandırmaları; bu kavramsal yapılanmanın günlük bağlamlara nasıl yansıdığını da sorgulamayı gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda, öğrencilerin element, molekül ve bileşik

kavramlarını hava ve su gibi günlük yaşam örnekleri üzerinden nasıl ilişkilendirdiklerini incelemek amacıyla Tablo 8’de Günlük Yaşamla İlişkilendirme teması ele alınmıştır.

Tablo 8. Günlük Yaşamla İlişkilendirme

<i>Günlük Yaşam Örneği</i>	Alt Tema	Kodlar	Öğrenci Yanıtlarının Özelliği	Yorum
Hava	Madde türü algısı	Havanın element sanılması, oksijenle özdeşleştirme	Yanıtlar tek bileşene indirgenmiştir	Karışım kavramı yeterince anlaşılmamıştır
Hava	Bileşen farkındalığı eksikliği	Azot–oksijen ayrımının yapılmaması	Bilimsel içerik sınırlıdır	Havanın yapısal özellikleri kavranmamıştır
Su	Element–bileşik karışıklığı	Suyun element gibi algılanması	Günlük dil bilimsel tanımın önüne geçmiştir	Bileşik kavramı günlük bağlamda içselleştirilmemiştir
Su	Molekül algısı	Su hem molekül hem element gibi görülmesi	Çelişkili ifadeler vardır	Molekül–bileşik ilişkisi net değildir
Günlük kullanım	Bilginin transferi	“Günlük hayatta kullanmıyorum” ifadesi	Sınav odaklı yaklaşım baskındır	Kavramsal bilginin işlevselliği düşüktür
Günlük örnekleme	Bilimsel ölçüt eksikliği	Karışım, bağ, atom türü ölçütlerinin kullanılmaması	Sezgisel açıklamalar yapılmaktadır	Günlük örnekler bilimsel ölçütlerle ilişkilendirilememektedir

Tablo 8’de, öğrencilerin günlük yaşamdan seçtikleri hava ve su örneklerine ilişkin mülakat ifadelerinden elde edilen kodlar ve alt temalar sunulmaktadır. Öğrenci yanıtlarında havanın madde türüne ilişkin değerlendirmeler yapılmış, bu değerlendirmelerde havanın tek bir bileşen üzerinden ele alındığı ifadeler yer almıştır. Havanın bileşenlerine yönelik açıklamaların sınırlı olduğu görülmüştür.

Tablo 8’de elde edilen bulgular, öğrencilerin hava ve su gibi günlük yaşam örneklerini açıklarken maddelerin yapısına ilişkin değerlendirmelerini çoğunlukla bütüncül ve tutarlı bir kavramsal çerçeveye dayandıramadıklarını ortaya koymaktadır. Bu durum, tanecikli düzeydeki kavramsal yapılanmanın özellikle molekül kavramı etrafında belirginleşen güçlükler içerdiğini düşündürmektedir. Bu doğrultuda, söz konusu kavramsal yapılanmanın nasıl biçimlendiğinin

incelenebilmesi amacıyla Tablo 9’da Şube B öğrencilerinin molekül kavramına ilişkin kod–tema analizine yer verilmiştir.

Tablo 9. *Molekül Kavramına İlişkin Kod–Tema Analizi (Şube B)*

Kod	Tema	Öğrenci Kodları	Yorum
Atomların birleşimi	Molekülün atomların birleşmesi olarak algılanması	B1, B3	Kısmen doğru
En küçük yapı karışıklığı	Atom–molekül hiyerarşisinin karıştırılması	B1, B5	Kavramsal bulanıklık
Ezbere örnekleme	O ₂ ve H ₂ O örneklerinin neden açıklanamaması	B2, B4	Yüzeysel öğrenme
Bileşik = molekül	Her molekülün bileşik sanılması	B4	Yaygın yanılgı

Tablo 9’da, Şube B öğrencilerinin molekül kavramına ilişkin mülakat ifadelerinden elde edilen kodlar ve temalar sunulmaktadır. Öğrenci yanıtlarında molekül, atomların birleşmesi olarak ifade edilmiştir. Bazı ifadelerde atom ve molekül kavramlarının birlikte kullanıldığı görülmüştür.

Öğrenci açıklamalarında O₂ ve H₂O gibi örneklerin yer aldığı, bu örneklerin neden molekül olarak sınıflandırıldığına ilişkin ayrıntılı açıklamaların sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bazı öğrenci ifadelerinde molekül ve bileşik kavramlarının birlikte kullanıldığı görülmüştür. Tablo 9’da ortaya konulan, öğrencilerin molekül kavramını atomların birleşmesi ve sınırlı sayıda örnek üzerinden, çoğunlukla gerekçelendirilmeden tanımlamaları, bu kavramın kapsamı, diğer kavramlarla ilişkisi ve tanecik düzeyindeki karşılığına ilişkin sistematik sorunların bulunduğunu göstermektedir. Söz konusu düşünme biçimlerinin hangi özgül kavram yanılgılarına dönüştüğünü ortaya koymak amacıyla Tablo 10’da kavram yanılgılarına ilişkin tematik yapı sunulmuştur.

Tablo 10. *Kavram Yanılgıları*

Yanılgı Alanı	Alt Tema	Kodlar	Öğrenci İfadelerinin Özelliği	Yorum
Molekül kavramı	Molekülün kapsamının dar algılanması	Molekül sadece bileşiklerde bulunur düşüncesi	Genelleyici ve sınırlayıcı ifadeler	Molekül kavramı yanlış sınırlandırılmaktadır

Tablo 10. (Devamı)

Molekül–bileşik ilişkisi	Kavramların eş anlamlı kullanımı	Molekül = bileşik algısı	Kavramlar birbirinin yerine kullanılmaktadır	Kavramsal hiyerarşi kurulamamıştır
Atomların birleşmesi	Yeni madde oluşumu yanlışlığı	Aynı atomlar birleşince yeni madde oluşur	Kimyasal değişim yanlış yorumlanmaktadır	Madde türü kavramı yeterince kavranmamıştır
Kimyasal bağ	Bağ kavramının eksikliği	Bağın yalnızca birleşme olarak algılanması	Nedensel açıklamalar yoktur	Kimyasal bağın işlevi anlaşılmamıştır
Tanecik düzeyi	Atomik–moleküler düzey eksikliği	Makroskobik açıklamalara yönelme	Soyutlama sınırlıdır	Tanecik düzeyinde düşünme becerisi zayıftır
Değişim türleri	Kimyasal–fiziksel değişim karışıklığı	Ayrılabilirlik üzerinden yanlış çıkarımlar	Kavramlar yüzeysel değerlendirilmiştir	Değişim türleri ayırt edilememektedir

Tablo 10’da, mülakat verilerinden elde edilen kavramsal yanlışlıklara ilişkin kodlar ve alt temalar yer almaktadır. Öğrenci ifadelerinde molekül kavramının çoğunlukla yalnızca bileşiklerle birlikte kullanıldığı görülmüştür. Bazı ifadelerde molekül ve bileşik kavramlarının eş anlamlı biçimde yer aldığı belirlenmiştir.

Atomların birleşmesine ilişkin açıklamalarda, aynı tür atomların bir araya gelmesiyle yeni bir maddenin oluştuğuna yönelik ifadeler tespit edilmiştir. Kimyasal bağ kavramının, bazı öğrenci ifadelerinde yalnızca birleşme eylemiyle sınırlı olarak kullanıldığı görülmüştür.

Öğrenci açıklamalarında atomik ve moleküler düzeye yönelik ifadelerin sınırlı olduğu, açıklamaların çoğunlukla makroskobik düzeyde sürdürüldüğü belirlenmiştir. Fiziksel ve kimyasal değişim türlerine ilişkin ifadelerde, bu iki değişim türünün birlikte ele alındığı örnekler yer almıştır.

Analiz edilen mülakat verilerinde, öğrencilerin molekül, bileşik ve atom kavramlarına ilişkin çeşitli kavramsal yanlışlıkları sergiledikleri belirlenmiştir. Bu yanlışlıklar, öğrenci ifadelerinde tekrar eden anlam örüntüleri temel alınarak kodlanmıştır.

Tablo 10’da belirlenen kavram yanlışlıkları, öğrencilerin molekül, atom ve bileşik kavramlarını yalnızca tanımlarken değil, günlük yaşamdan örnekler verirken de benzer biçimde kullandıklarını göstermektedir. Bu nedenle, bu kavramsal sorunların hava, su ve kimyasal

formüller gibi günlük örnekler üzerinden nasıl ortaya çıktığını göstermek amacıyla Tablo 11’de Şube D öğrencilerinin günlük yaşam ve ayırt etmeye yönelik kod–tema analizine yer verilmiştir.

Tablo 11. *Günlük Yaşam ve Ayırt Etmeye İlişkin Kod–Tema Analizi (Şube D)*

Kod	Tema	Öğrenci Kodları	Yorum
Hava yanlışlığı	Havanın element sanılması	D1	Karışım bilgisi eksik
Su algısı	Suyun bazen element gibi algılanması	D2	Bileşik–element ayrımı zayıf
Formül yanlışlığı	Formül varsa bileşik düşüncesi	D3	Sembolik dil karışıklığı
Yeni madde algısı	Aynı atomların birleşince yeni madde oluşturduğu sanısı	D4	Kimyasal bağ kavranmamış
Günlük fayda algısı düşük	Bilginin sınavla sınırlı görülmesi	D5	Transfer eksikliği

Tablo 11’de Şube D öğrencilerinin günlük yaşam örnekleri üzerinden element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin ifadelerinden elde edilen kodlar ve temalar yer almaktadır. Öğrenci ifadelerinde havanın element olarak ifade edildiği, suyun bazı durumlarda element olarak değerlendirildiği örnekler tespit edilmiştir.

Bazı öğrenci yanıtlarında, bir maddenin kimyasal formüle sahip olmasının bileşik olarak sınıflandırılması için yeterli bir ölçüt olarak kullanıldığı görülmüştür. Aynı tür atomların birleşmesiyle yeni bir maddenin oluştuğuna yönelik ifadeler de mülakat verilerinde yer almıştır.

Öğrenci açıklamalarında, bazı bilgilerin sınav bağlamı ile sınırlı biçimde ifade edildiği örnekler bulunmaktadır. Bu bulgular, günlük yaşam ve ayırt etmeye ilişkin öğrenci ifadelerinde tekrar eden örüntüler temel alınarak kodlanmıştır.

Bir önceki bölümde ortaya konulan, formül temelli sınıflandırmalar, yeni madde algısı ve sınav odaklı açıklamalar, öğrencilerin maddeleri değerlendirirken birleşme, özellik değişimi ve ayrıştırılabilirlik gibi ölçütleri nasıl kullandıklarını doğrudan etkilemektedir. Bu durum, özellikle bileşik kavramının öğrenciler tarafından hangi zihinsel çerçeve içinde ele alındığını görünür kılmaktadır.

Tablo 12. *Bileşik Kavramına İlişkin Kod–Tema Analizi (Şube C)*

Kod	Tema	Öğrenci Kodları	Yorum
Birleşme vurgusu	Bileşiğin birleşme sonucu oluştuğunun bilinmesi	C1, C2	Eksik açıklama
Özellik değişimi	Bileşiklerde özelliklerin değiştiğinin fark edilmesi	C3	Nedensel açıklama yok
Ayrıştırma belirsizliği	Kimyasal–fiziksel ayırma farkının bilinmemesi	C4	Deney–kavram kopukluğu
Ezber bilgisi	Tuz örneğinin nedenini bilmeden hatırlama	C5	Ezbere dayalı öğrenme

Tablo 12’de Şube C öğrencilerinin bileşik kavramına ilişkin mülakat ifadelerinden elde edilen kodlar ve temalar yer almaktadır. Öğrenci açıklamalarında bileşiğin “birleşme sonucu oluştuğu” yönünde ifadeler bulunmaktadır.

Bazı öğrenci yanıtlarında, bileşiklerde özellik değişiminin gerçekleştiğine ilişkin ifadeler yer almıştır. Bununla birlikte bu değişimin nedenine yönelik açıklamalara mülakat verilerinde rastlanmamıştır.

Öğrenci ifadelerinde bileşiklerin ayrılmasına ilişkin açıklamaların yer aldığı, bu açıklamalarda kimyasal ve fiziksel ayırma süreçlerinin birlikte veya ayırt edilmeden kullanıldığı görülmüştür. Tuz örneğinin, bileşik kavramını açıklamak amacıyla gerekçelendirme yapılmaksızın kullanıldığı örnekler de veriler arasında yer almaktadır.

Bu bulgular, Şube C öğrencilerinin bileşik kavramına ilişkin ifadelerinde tekrar eden örüntüler temel alınarak kodlanmıştır. Tablo 12’de ortaya çıkan, bileşiklerin ayrılabilirliği ve örneklerle açıklanmasına ilişkin öğrenci yaklaşımları, bu kavramların yalnızca nitel ifadelerle değil, testlerdeki doğru–yanlış ve sınıflandırma performanslarıyla da nasıl örtüştüğünün incelenmesini gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda, öğrencilerin sözlü açıklamaları ile nicel test sonuçları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere **Nicel–Nitel Veri Üçgenlemesi (Triangulation)** başlığı altında bütüncül bir değerlendirme yapılmıştır.

Nicel–Nitel Veri Üçgenlemesi (Triangulation)

Nicel testlerden ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular birlikte incelenmiştir. Nicel verilerde element, bileşik ve molekül kavramlarının ayırt edilmesine yönelik sorularda düşük doğru yanıt oranları yer almaktadır. Nitel mülakat verilerinde ise bu kavramlara ilişkin ifadelerde benzer örüntüler tespit edilmiştir.

Molekül kavramına ilişkin nicel sorularda hata oranlarının yüksek olduğu, nitel verilerde molekülün yalnızca bileşiklerle ilişkilendirildiğine yönelik ifadelerin bulunduğu görülmüştür. Molekül yapılı ve atomik yapılı elementlerin ayırt edilmesine ilişkin nicel başarısızlıklar, mülakatlarda O₂ ve Fe gibi örnekler üzerinden yapılan kararsız sınıflandırmalarla birlikte yer almaktadır.

Nicel testlerde sembolik gösterimlere ilişkin yanlış sınıflandırmalar bulunurken, nitel verilerde kimyasal formüllerin ezbere dayalı biçimde yorumlandığı ifadeler yer almaktadır. Kavramsal yanılgılara ilişkin olarak, nicel testlerde yanılgıya dayalı seçeneklerin işaretlendiği; nitel mülakatlarda ise aynı tür atomların birleşmesiyle yeni bir maddenin oluştuğuna yönelik açıklamaların yer aldığı belirlenmiştir.

Bu bulgular, Tablo 13’te nicel ve nitel veri setlerinde ortak örüntüler temel alınarak birlikte ele alınmıştır.

Tablo 13. Nicel–Nitel Veri Üçgenlemesi (Triangulation)

İncelenen Boyut	Nicel Test Bulguları	Nitel Mülakat Bulguları	Ortak Eğilim	Yorum
Element–bileşik–molekül ayrımı	Düşük doğru cevap oranı	Kavramların birbirine karıştırılması	Tutarsız kavramsal yapı	Nicel başarısızlığın nedenleri nitel verilerle açıklanmıştır
Molekül kavramı	Molekül sorularında hata yoğunluğu	Molekülün yalnızca bileşiklerle sınırlandırılması	Yanlış genelleme	Kavram kapsamı dar algılanmaktadır
Element türleri	Molekül yapılı–atomik yapılı element sorularında düşük başarı	O ₂ –Fe gibi örneklerde kararsızlık	Yapısal ayrım yapılamaması	Tanecik düzey bilgisi yetersizdir

Tablo 13. (devamı)

Sembolik gösterimler	Formül sorularında yanlış sınıflandırma	Formüllerin ezbere yorumlanması	Sembolik– kavramsal kopukluk	Kimyasal dil yeterince içselleştirilmemiştir
Kavramsal yanlışlar	Yanılığa dayalı seçeneklerin işaretlenmesi	Aynı atomlardan yeni madde oluşacağı düşüncesi	Kalıcı yanlışlar	Yanılığlar çoklu veriyle doğrulanmıştır
Genel başarı düzeyi	Orta–düşük düzey	Parçalı ve yüzeysel açıklamalar	Tutarlı düşünüş eğilimi	Bulguların güvenilirliği artmıştır

Tablo 13’de nicel testlerden ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulguların birlikte ele alındığı üçgenleme sonuçları yer almaktadır. Nicel testlerde element, bileşik ve molekül kavramlarının ayırt edilmesine yönelik sorularda düşük doğru yanıt oranları bulunmaktadır. Nitel mülakat verilerinde ise aynı kavramlara ilişkin ifadelerde benzer örüntüler tespit edilmiştir.

Element, bileşik ve molekül kavramlarını ayırt etmeye yönelik sorularda, düşük düzeyde doğru yanıt verdiklerini göstermektedir. Nicel testlerde ortaya çıkan bu durum, nitel mülakat bulgularında kavramların birbirine karıştırılması şeklinde ifade edilen öğrenci açıklamalarıyla örtüşmektedir. Bu bağlamda, nicel testlerde gözlenen başarısızlığın, öğrencilerin söz konusu kavramlara ilişkin tutarlı bir kavramsal yapı geliştirememelerinden kaynaklandığı ve bu durumun nitel verilerle desteklendiği söylenebilir.

Molekül kavramına ilişkin nicel sorularda hata oranlarının yüksek olduğu; nitel verilerde molekülün yalnızca bileşiklerle ilişkilendirildiğine yönelik ifadelerin yer aldığı görülmüştür. Molekül yapılı ve atomik yapılı elementlerin ayırt edilmesine ilişkin nicel test bulguları, mülakatlarda O₂ ve Fe gibi örnekler üzerinden yapılan sınıflandırmalarla birlikte değerlendirilmiştir.

Molekül yapılı ve atomik yapılı elementleri ayırt etmeye yönelik sorularda kararsızlık yaşadıklarını göstermektedir. Nicel testlerde ortaya çıkan bu durum, nitel mülakatlarda O₂ ve Fe gibi örnekler üzerinden yapılan sınıflandırmalarda da benzer biçimde gözlenmiştir. Öğrencilerin element türlerini ayırt ederken yapısal ölçütleri yeterince kullanamadıkları; özellikle tanecik düzeyindeki bilgilerin karar verme sürecine yansıtılamadığı anlaşılmaktadır.

Bu durum, moleköl yapılı ve atomik yapılı element ayrımının öğrencilerin kavramsal yapılarında netleşmediğini düşündürmektedir.

Sembolik gösterimlere ilişkin olarak, nicel testlerde kimyasal formüllerin yanlış sınıflandırıldığı sorular bulunmaktadır. Nitel mülakat verilerinde ise formüllerin çoğunlukla gerekçelendirme yapılmadan yorumlandığı ifadeler yer almaktadır.

Kavramsal yanılgılara ilişkin olarak, nicel testlerde yanılgıya dayalı seçeneklerin işaretlendiği, nitel mülakatlarda ise aynı tür atomların birleşmesiyle yeni bir maddenin oluştuğuna yönelik ifadelerin tekrarlandığı görölmüşür.

Öğrencilerin genel başarı düzeylerinin orta–düşük seviyede seyrettiği görölmektedir. Nicel test sonuçlarında ortaya çıkan bu durum, nitel mülakatlarda dile getirilen parçalı ve yüzeysel öğrenci açıklamalarıyla örtüşmektedir. Farklı veri toplama araçlarından elde edilen sonuçların benzer eğilimler göstermesi, elde edilen verilerin tutarlı olduğunu ve araştırma bulgularının güvenilirliğini desteklediğini düşündürmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve moleköl kavramlarını anlama düzeylerini yalnızca doğru–yanlış temelli başarı göstergeleri üzerinden değerlendirmekle sınırlı kalmamış, öğrencilerin bu kavramları nasıl yapılandırdıklarını, hangi düşünsel temellere dayandırdıklarını ve kavramsal anlamlandırma süreçlerinde hangi güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Nicel ve nitel verilerin birlikte kullanılması, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine ilişkin daha bütüncöl ve derinlemesine bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamıştır (Creswell & Plano Clark, 2018). Elde edilen genel bulgular, öğrencilerin temel kimya kavramlarına ilişkin bilgilerinin çoğunlukla tanımsal ve yüzeysel kaldığını, bu bilgilerin kavramsal bütünlük oluşturacak biçimde yapılandırılmadığını ve üst düzey bilişsel süreçlere aktarılamadığını göstermektedir.

Öğrencilerin kavramları yüzeysel düzeyde yapılandırmalarının, sahip oldukları ön bilgiler ve gündelik deneyimlerle yakından ilişkili olduğu görölmektedir. Kavramların bilimsel içerikten ziyade günlük dildeki anlamlarıyla açıklanması, kavramsal öğrenmenin kendiliğinden

gerçekleşmediğini ortaya koymaktadır. Kavramsal değişim kuramı, öğrencilerin bilimsel kavramları benimseyebilmeleri için mevcut düşüncelerinin açıklayıcılığını sorgulamaları ve yeni kavramları daha tutarlı ve işlevsel bulmaları gerektiğini vurgulamaktadır (Posner vd., 1982). Araştırma kapsamında ortaya çıkan parçalı kavramsal yapılar, öğrencilerin bu dönüşüm sürecini yeterince deneyimleyemediklerini düşündürmektedir.

Kavramsal bütünlüğün oluşmamasında etkili olan temel unsurlardan biri, öğrencilerin kimyasal kavramları farklı temsil düzeyleri arasında ilişkilendirmekte zorlanmalarıdır. Bulgular, öğrencilerin makroskobik düzeyde gözlemlenebilen özellikleri tanımlayabildiklerini, ancak bu özellikleri tanecik düzeyindeki açıklamalarla bütünleştiremediklerini göstermektedir. Kimya öğreniminde makroskobik, mikroskobik ve sembolik temsillerin bütüncül biçimde ele alınmasının kavramsal anlamının temel koşullarından biri olduğu alan yazında sıklıkla vurgulanmaktadır (Ainsworth, 2006). Güncel çalışmalar da öğrencilerin bu temsil düzeyleri arasında bilinçli geçişler kuramadıkları durumlarda kavramsal öğrenmenin önemli ölçüde sınırlandığını ortaya koymaktadır (Cheng & Gilbert, 2020; Tang vd., 2021).

Bu genel çerçeve içerisinde ele alındığında, element kavramına ilişkin bulgular, öğrencilerin elementi çoğunlukla “saf madde” ve “tek tür madde” gibi gündelik ifadeler üzerinden tanımladıklarını; ancak bu tanımları atomik yapı ve tanecik düzeyiyle ilişkilendiremediklerini ortaya koymaktadır. Saf madde olan her yapının element olarak algılanması, literatürde element–bileşik ayrımına ilişkin yaygın bir kavram yanılgısı olarak rapor edilmektedir (Barker, 2000; Taber, 2001). Benzer çalışmalarda da öğrencilerin element kavramını içsel yapısal özelliklerden ziyade günlük dildeki anlamlar üzerinden yapılandırdıkları belirtilmektedir (Ayas & Özmen, 2002). Bu durum, makroskobik düzeyde edinilen bilgilerin mikroskobik düzeyle bütünleştirilemediğini göstermektedir. Nitekim molekül kavramına ilişkin bulgular, atom–molekül ilişkisine dayalı mikroskobik düzeydeki kavramsal yapılanmanın öğrenciler açısından belirgin güçlükler içerdiğini göstermektedir.

Molekül kavramına ilişkin bulgular, atom–molekül hiyerarşisinin öğrenciler açısından en problemli kavramsal alanlardan biri olduğunu ortaya koymaktadır. Molekülün “atomların birleşmesi” şeklinde tanımlanması, kavramın temel bir yönüne işaret etmekle birlikte; molekülün “en küçük yapı” olarak algılanması ve yalnızca bileşiklerle sınırlandırılması, literatürde sıklıkla vurgulanan kavram yanılgılarıyla örtüşmektedir (Griffiths & Preston, 1992; Taber, 2002). Daha önce yapılan araştırmalarda da öğrencilerin molekül kavramını üst bir yapı olarak değil, doğrudan bileşik kavramıyla eş anlamlı biçimde kullandıkları belirtilmektedir (Novick & Nussbaum, 1981). Molekül kavramına ilişkin bu bulgular, öğrencilerin tanecik

düzeyindeki yapıları kavramsallaştırmada yaşadıkları güçlüklerin, maddenin daha karmaşık yapısal örgütlenmelerini içeren kavramlara da yansıdığını göstermektedir. Bu bağlamda, söz konusu kavramsal sınırlılıkların bileşik kavramının nasıl anlaşıldığı üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunu incelemek anlamlı görülmektedir.

Bileşik kavramına yönelik bulgular ise, öğrencilerin bileşiklerin birleşme sonucu oluştuğunun farkında olduklarını, ancak bu birleşmenin atomlar arası kimyasal bağlar yoluyla ve belirli oranlarda gerçekleştiğini açıklamakta zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Bileşiklerin özelliklerinin, kendilerini oluşturan elementlerden neden farklı olduğuna ilişkin nedensel açıklamaların yapılamaması, literatürde “sonuç odaklı öğrenme” olarak tanımlanan duruma işaret etmektedir (Johnstone, 1991). Önceki çalışmalarda da öğrencilerin bileşik kavramını çoğunlukla makroskobik gözlemler üzerinden değerlendirdikleri ve tanecik düzeyindeki açıklamaları kurmakta zorlandıkları rapor edilmiştir (Gabel, 1999).

Temsil düzeyleri arasındaki bu kopukluk, öğrencilerin kavramlara ilişkin ifadelerinde tanımsal bilginin baskın olmasına da yansımaktadır. Element, bileşik ve molekül kavramlarının büyük ölçüde ezbere dayalı tanımlarla ifade edilmesi, bu bilgilerin işlevsel biçimde kullanılmadığını göstermektedir. Tanımsal bilginin kavramsal öğrenme için gerekli ancak yeterli olmadığı, bilginin yeni durumlara aktarılabilmesi ve problem çözme süreçlerinde kullanılabilmesinin esas olduğu bilinmektedir (Ausubel vd., 1978). Son yıllarda yapılan çalışmalar da öğrencilerin doğru tanımlar yapabilmelerinin, kavramları derinlemesine anladıkları anlamına gelmediğini ortaya koymaktadır (Bretz & McClary, 2022).

Tanımsal öğrenmenin sınırlılıkları, öğrencilerin bilimsel gerekçelendirme becerilerinde de belirgin biçimde gözlenmektedir. Mülakat verileri, öğrencilerin yanıtlarında çoğunlukla betimleyici ve sonuç odaklı ifadeler kullandıklarını; neden–sonuç ilişkilerine dayalı bilimsel açıklamalar geliştiremediklerini göstermektedir. Bilimsel gerekçelendirme, öğrencilerin kavramları yalnızca bilmesini değil, bu bilgileri savunabilmesini ve açıklayabilmesini gerektiren temel bir beceri olarak değerlendirilmektedir (Osborne vd., 2004). Güncel fen eğitimi araştırmaları, argümantasyon temelli öğrenme ortamlarının bu becerilerin gelişiminde önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır (Erduran vd., 2020; McNeill & Berland, 2023).

Kavramsal öğrenmedeki bu sınırlılıklar, günlük yaşam bağlamlarıyla ilişkilendirme sürecinde de kendini göstermektedir. Öğrencilerin hava ve su gibi günlük yaşamda sık karşılaşılan maddeleri bilimsel sınıflandırmalarla ilişkilendirememeleri; havanın element olarak algılanması ve suyun zaman zaman element gibi değerlendirilmesi, karışım–bileşik–

element ayrımının günlük bağlamda sürdürülemediğini göstermektedir. Alan yazında bağlam temelli ve sosyo-bilimsel içeriklerle desteklenen öğretim yaklaşımlarının bu tür güçlüklerin aşılmasında etkili olduğu vurgulanmaktadır (Bennett vd., 2007; Gilbert vd., 2011; Sadler, 2021; Zeidler & Nichols, 2024).

Nicel ve nitel veri toplama araçlarının birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen üçgenleme sonuçları, nicel testlerde belirlenen düşük başarı düzeylerinin nitel verilerde ortaya çıkan kavram yanlışları ve gerekçelendirme eksiklikleriyle tutarlı olduğunu göstermektedir.

Bu durum, öğrencilerin yaşadığı öğrenme güçlüklerinin rastlantısal olmadığını, kavramların atomik moleküler ve sembolik düzeylerde yeterince bütüncül biçimde yapılandırılmamasından kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Güncel ölçme ve değerlendirme yaklaşımları da öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin yalnızca çoktan seçmeli testlerle değerlendirilemeyeceğini, nitel veri kaynaklarıyla desteklenen bütüncül modellerin daha sağlıklı sonuçlar sunduğunu vurgulamaktadır (Black & Wiliam, 1998; Shavelson vd., 2005; Talanquer, 2011; Bennett vd., 2007).

Sonuç olarak bu araştırma, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarını tanımsal düzeyde kısmen bildiklerini, ancak bu bilgileri ayırt etme, sınıflandırma, gerekçelendirme ve günlük yaşamla ilişkilendirme süreçlerine aktarmakta önemli güçlükler yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, temel kimya kavramlarının öğretiminde makroskobik, tanecik ve sembolik düzeylerin bütüncül biçimde ele alınması gerektiğini vurgulayan alan yazınla büyük ölçüde örtüşmektedir (Johnstone, 1991; Treagust vd., 2003). Bu yönüyle araştırmanın, fen bilimleri öğretiminde kavramsal öğrenmenin niteliğini artırmaya yönelik öğretim tasarımlarının geliştirilmesine ve ileride yapılacak çalışmalara kuramsal ve uygulamaya dönük önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler

Bu çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarını; tanımsal, sınıflandırma ve mikroskobik düzeylerde önemli ölçüde karıştırdıkları, özellikle *atom-molekül* ve *molekül-bileşik* ayrımlarında sistematik hatalar yaptıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin kimyasal gösterimleri çoğunlukla ezbere dayalı kullandıkları ve tanecik düzeyinde gerekçelendirme yapmakta zorlandıkları görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda,

öğrencilerin ilgili kavramlara yönelik kavramsal anlayışlarının iyileştirilmesi çabalarına katkı sunabilmek adına aşağıdaki önerilerde bulunulması uygun görülmektedir;

Atom–Molekül–Bileşik Ayrımı İçin Mikro Düzey Temelli Bir Öğretim Tasarlanabilir.

Bu çalışma kapsamındaki öğrencilerin büyük bir kısmının, molekülü “birleşmiş atomlar” olarak tanımlamakla birlikte, bunun element ya da bileşik mi olduğu konusunda kararsız kaldıkları görülmektedir. Bu nedenle öğrenme sürecinde, benzer moleküler yapıya sahip element (O_2 , N_2) ve bileşik (H_2O , CO_2) örnekleri yan yana sunulmalı, her örnek mutlaka atom türü sayısı üzerinden karşılaştırılmalıdır. Böylece öğrencilerin “molekül = bileşik” yanılgısının önüne geçilmesi sağlanabilir.

Kimyasal Formüller Tanımsal Değil, Yapısal Okuma Üzerinden Öğretilir.

Bulgular, öğrencilerin H_2O , CO_2 gibi formülleri doğru okuyabildiğini ancak neden bileşik olduklarını açıklamada zorluk çektiklerini göstermektedir. Bu nedenle öğrenme sürecinde, *Kaç atom var? Kaç atom türü var? Atomlar aynı mı, farklı mı?* tarzındaki standartlaşmış sorularla, ele alınan her formül örneğinin irdelenmesi sağlanabilir. Böylece, sembolik bilginin kavramsal bir temele bağlanması süreci daha kolay gerçekleştirilebilir.

Deney ve Gözlem Sonuçları Tanecik Düzeyi ile İlişkilendirilebilir.

Mesleki deneyimlerimiz, öğrencilerin yapmış oldukları gözlem ve deney sonuçlarını tahmin etmede ve kayıt altına almakta başarılı olmalarına rağmen olayın nedenine yönelik atomik düzeyde cevap verme konusunda zorluk çektiklerini göstermektedir. Bu nedenle, her deney ya da gözlemden sonra öğrencilerin, *“Bu süreçte atomlara ne oldu?”* tarzındaki sorularla olayın mikroskobik boyutuna yönelmeleri sağlanabilir. Benzer şekilde, deney föyleri “makroskobik gözlem – mikroskobik açıklama” bölümleri birlikte yer alacak şekilde tasarlanabilir. Böylece bu tür uygulamaların, gözlem–model bağına güçlendireceği ön görülebilir.

Kavram Yanılgılarını Hedef Alan Etkinlikler Geliştirilebilir.

Araştırma kapsamında tespit edilen yanılgılar (örneğin, “element birleşirse bileşik olur” ya da “bir molekül her zaman bileşiktir”) için, bu yanılgılar özelinde çelişkili durumlar içeren çalışma yaprakları, kavram değiştirme metinleri ve kavram karikatürleri gibi öğrencilere yönelik etkinlikler hazırlanabilir. Bu tür hedefli müdahaleler, yanılgıların kendiliğinden değil bilinçli olarak düzeltilmesinde etkin rol oynayabilir.

Sadece Bilgiyi Değil, Gerekçesini de İsteyen Ölçme Araçları Geliştirilebilir.

Bu çalışmadan elde edilen veriler, çalışmaya katılan öğrencilerin çoğunluğunun, doğru cevabı içeren seçeneği işaretlediği hâlde, bu seçimlerinin gerekçesinde hata yaptıklarını göstermektedir. Bu nedenle öğretmenler, değerlendirme sürecinde yaygın olarak kullanılan çoktan seçmeli soruların yanına, öğrencilerin gerekçelerini sunabilecekleri bir bölümü ekleyebilir ya da çizim ve açıklama içeren maddeler içeren kavram testlerini tercih edebilirler.

Ders Kitaplarındaki Görsellerin Uygunluğu Kontrol Edilebilir.

Öğrencilerin bazı hatalı çıkarımlarının, kitaplarda yer alan eksik veya yanıltıcı görsellerle ilişkili olduğu görülmektedir. Bu nedenle ders kitaplarında, molekül, atom ve bileşik çizimleri, günlük dil kullanımları (ör. “molekül birleşimi”) öğretmenler tarafından bilimsel tutarlılık açısından sorgulanabilir. Böyle bir durumun tespiti halinde öğrencilere gerekli uyarılarda bulunulabilir.

Bu Çalışmanın Kapsamını Genişletecek Şekilde Yeni Çalışmalar Tasarlanabilir.

Tespit edilen kavram yanlışlarının ilerleyen yaşlarda değişip değişmediğini veya kalıcılığını inceleyen boylamsal (longitudinal) çalışmalar yapılabilir. Ayrıca, farklı sosyo-ekonomik düzeydeki okullarda veya farklı eğitim kademelerinde (lise) tekrarlanarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Adadan, E. (2013). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*, 43(3), 1079–1105. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9299-9>
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2–3), 131–152. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Altunsoy Okvuran, S., & Yürük, N. (2014, Eylül 11–14). Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin sıvıların kaldırma kuvveti konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi [Özet bildirisi]. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Adana, Türkiye, 833–834.
- Arık-Güngör, B., & Saraçoğlu, S. (2025). Sekizinci sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının bağlam temelli öğrenme yaklaşımı açısından incelenmesi. *TEBD*, 23(2), 1154–1184. <https://doi.org/10.37217/tebd.1477697>
- Arini, A. D., Azizah, U., Sukarmin, Satriawan, M., & Saphira, H. V. (2025). Analyzing students' misconceptions based on submicroscopic level representation in elements, compounds, and mixtures. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(2), 25–34. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i2.10052>
- Atkins, P., & Friedman, R. (2010). *Molecular quantum mechanics* (5th ed.). Oxford University Press.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd ed.). Holt, Rinehart & Winston.
- Ayas, A., & Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518–521. <https://doi.org/10.1021/ed074p518>
- Ayas, A., & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45–60.
- Ayvacı, H. Ş., & Şenel Çoruhlu, T. (2009). Fiziksel ve kimyasal değişim konularındaki kavram yanlışlarının düzeltilmesinde açıklayıcı hikâye yönteminin etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 93–104.
- Barker, V. (2000). *Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. Royal Society of Chemistry.

- Barker, V., & Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171–1200.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bilge, E., & Bahçeci, Ş. (2017). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül modelini oluşturma sürecinde izledikleri yolların değerlendirilmesi. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 6(1), 21–35.
- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (2000). Mental models: The role of representations in problem solving in chemistry. *University Chemistry Education*, 4(1), 24–30.
- Boo, H. K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569–581.
- Boz, Y. (2010). Turkish prospective chemistry teachers' alternative conceptions about acids and bases. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 434–439. <https://doi.org/10.1021/ed8000026>
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., & Woodward, P. M. (2022). *Chemistry: The central science* (15th ed.). Pearson.
- Bucat, B., & Mocerino, M. (2009). Learning at the sub-micro level: Structural representations. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education* (Models and Modeling in Science Education, Vol. 4). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_2
- Buluş Kırıkkaya, E., & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 2–14.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association Press.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 13–19. [https://doi.org/10.1016/S0193-3973\(99\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0193-3973(99)00032-5)
- Carr, M., Barker, M., Bell, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, V., Pearson, J., & Symington, D. (1994). The constructivist paradigm and some implications for science content and pedagogy. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone, & R. T. White (Eds.), *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning* (pp. 147–160). Falmer Press.
- Chang, R., & Goldsby, K. (2021). *Chemistry* (13th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chang, R., & Overby, J. (2011). *General chemistry: The essential concepts* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). Routledge.

- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274–292.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, 87, 685–707.
- Cooper, M. M., & Klymkowsky, M. W. (2013). Chemistry, life, the universe, and everything: A new approach to general chemistry, and a model for curriculum reform. *Journal of Chemical Education*, 90(9), 1116–1122. <https://doi.org/10.1021/ed300456y>
- Cooper, M. M., Posey, L. A., & Underwood, S. M. (2017). Core ideas and topics: Building up or drilling down? *Journal of Chemical Education*, 94(5), 541–548. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00715>
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanılgıları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123–136.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638–667. <https://doi.org/10.1002/tea.20076>
- Çalık, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2007). Enhancing pre-service elementary teachers' conceptual understanding of solution chemistry with conceptual change text. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10763-005-9028-8>
- De Vos, W., & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 657–664.
- Delen, İ., & Yılmaz Tüzün, Ö. (2024). Farklı ülkelerde fen eğitimi: Türkiye’de ve farklı bölgelerde gözlenen eğilimler arasındaki farklılıklar. *Eğitim ve Bilim*, 49(218), 185–204.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2014). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas* (2nd ed.). Routledge.
- Duit, R. (2009). *Bibliography: Students' and teachers' conceptions and science education*. IPN – Leibniz Institute for Science Education.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (1998). Learning in science: From behaviorism towards social constructivism and beyond. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International*

- handbook of science education* (pp. 3–25). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2_1
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 34(5), 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.570818>
- Duman, M. Ş., & Avcı, E. (2014). Fen ve teknoloji eğitiminde kavram yanılgıları üzerine 2003–2013 yılları arasında yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2(2), 67–82.
- Gabel, D. L. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 233–248). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2_12
- Gabel, D. L. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548–554. <https://doi.org/10.1021/ed076p548>
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695–697. <https://doi.org/10.1021/ed064p695>
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation–reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 121–142. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290204>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Multiple representations in chemical education*. Springer.
- Gökulu, A. (2017). 8. sınıf öğrencilerin element, bileşik, karışım kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanılgılarının incelenmesi. *Kastamonu Education Journal*, 25(2), 485–502.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026. <https://doi.org/10.1080/095006900416884>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 189–212). Springer.
- Hashweh, M. Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education*, 3(2), 109–120. [https://doi.org/10.1016/0742-051X\(87\)90012-6](https://doi.org/10.1016/0742-051X(87)90012-6)
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.
- Hu, D., & Rebello, N. S. (2013). Using conceptual blending to describe how students use mathematical integrals in physics. *Physical Review Special Topics–Physics Education Research*, 9(2), 020118. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020118>
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377–379.

- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – Logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9–15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- Johnstone, A. H., & Selepeng, D. (2001). A language problem revisited. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(1), 19–29. <https://doi.org/10.1039/B1RP90019K>
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Kırbaşlar, F. G., & İnce, E. (2010). İlköğretim ve ortaöğretim ders kitaplarında atom kavramı ve konularının incelenmesi. *Millî Eğitim*, 39(188), 251–273.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.
- Lemke, J. L. (1998). *Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions* (Unpublished manuscript). <https://doi.org/10.13140/2.1.4022.5608>
- Liu, X., & Lesniak, K. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 320–347. <https://doi.org/10.1002/tea.20103>
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). *Fen ve teknoloji dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3–8. sınıflar)*. MEB Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2020a). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi modülleri: Kütle ve madde ölçümleri*. MEB.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2020b). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi modülleri: Maddede fiziksel ve kimyasal değişimler*. MEB.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–196. <https://doi.org/10.1021/ed069p191>
- Nakhleh, M. B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Identifying conceptual students in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 70(1), 52–55. <https://doi.org/10.1021/ed070p52>
- Nakhleh, M. B., & Postek, B. (2008). Learning chemistry using multiple external representations. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory*

- and practice in science education (pp. 209–231). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5267-5_10
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 937–949. <https://doi.org/10.1002/tea.3660271003>
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65(2), 187–196. <https://doi.org/10.1002/sce.3730650209>
- Nyachwaya, J. M., Mohamed, A.-R., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L., & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 121–132. <https://doi.org/10.1039/C1RP90021A>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20054>
- Osborne, R. J., & Cosgrove, M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825–838. <https://doi.org/10.1002/tea.3660200905>
- Özata Yücel, E., & Kanyılmaz, B. M. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan yaşam becerilerinin ilkökul öğrencilerine kazandırılmasına yönelik öğretmen görüşlerinin değerlendirilmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 10–33. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.6c3s.1m>
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147–159. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031255.92943.6d>
- Papageorgiou, G., & Johnson, P. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils' understanding of phenomena? *International Journal of Science Education*, 27(11), 1299–1317. <https://doi.org/10.1080/09500690500038129>
- Pauling, L. (1960). *The nature of the chemical bond* (3rd ed.). Cornell University Press.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>

- Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843–1866. <https://doi.org/10.1080/09500690600718294>
- Proust, J. L. (1797). Research on the nature of certain chemical substances. *Annales de Chimie*.
- Sanger, M. J., & Badger, S. M. (2001). Using computer-based visualization strategies to improve students' understanding of molecular polarity and miscibility. *Journal of Chemical Education*, 78(10), 1412–1416. <https://doi.org/10.1021/ed078p1412>
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and the salt bridge. *Journal of Chemical Education*, 74(7), 819–823.
- Sarıca, R., & Çetin, B. (2012). Öğretimde kavram haritaları kullanımının öğrencilerin akademik başarısına ve kalıcılığa etkisi. *Elementary Education Online*, 11(2), 306–318.
- Scerri, E. (2007). *The periodic table: Its story and its significance*. Oxford University Press.
- Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2006). The importance of visual literacy in the education of biochemists. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34(2), 94–102. <https://doi.org/10.1002/bmb.2006.49403402094>
- Schönborn, K. J., & Anderson, T. R. (2009). A model of factors determining students' ability to interpret external representations in biochemistry. *International Journal of Science Education*, 31(2), 193–232. <https://doi.org/10.1080/09500690701670559>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers* (10th ed.). Cengage Learning.
- Silberberg, M. (2015). *Chemistry: The molecular nature of matter and change* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115–163. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0302_1
- Smith, K. J., & Metz, P. A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*, 73(3), 233–236.
- Sökmen, N., & Bayram, H. (2002). Öğrencilerin bazı temel kimya kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanlışları. *Eğitim ve Bilim*, 27(124), 56–60.
- Stavridou, H., & Solomonidou, C. (1989). Physical phenomena–chemical phenomena: Do pupils make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11(1), 83–92.
- Taber, K. S. (2001). Shifting sands: A case study of conceptual development as competition between alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 731–753. <https://doi.org/10.1080/09500690010006558>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure: Theoretical background* (Vol. 1). Royal Society of Chemistry.
- Taber, K. S. (2014). *Student thinking and learning in science: Perspectives on the nature and development of learners' ideas*. Routledge.

- Taber, K. S., & Coll, R. K. (2002). Bonding. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 213–234). Kluwer Academic Publishers.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: Visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(3), 141–159. <https://doi.org/10.1039/B6RP90020D>
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140–147.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2007). *Physics for scientists and engineers* (6th ed.). W. H. Freeman.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students’ misconceptions. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159–169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). The efficacy of an alternative instructional programme designed to enhance secondary students’ competence in the triplet relationship. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education* (Models and Modeling in Science Education, Vol. 4). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_8
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>
- Tsui, C.-Y., & Treagust, D. F. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073–1098. <https://doi.org/10.1080/09500690902951429>
- Uzuntiryaki, E., & Boz, Y. (2007). Turkish pre-service teachers' beliefs about the importance of teaching chemistry. *Australian Journal of Teacher Education*, 32(4), Article 6. <https://doi.org/10.14221/ajte.2007v32n4.6>
- Ünal, S., Coştu, B., & Ayas, A. (2010). Secondary school students’ misconceptions of covalent bonding. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 3–29.
- Vosniadou, S. (2013). *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed.). Routledge.
- Vosniadou, S. (2014). Examining cognitive development from a conceptual change point of view: The framework theory approach. *European Journal of Developmental Psychology*, 11(6), 645–666. <https://doi.org/10.1080/17405629.2014.921153>

- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177–210). Macmillan.
- Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821–842. <https://doi.org/10.1002/tea.1033>
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low achieving students: Are they mutually exclusive? *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1202_1
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2014). *Chemistry* (9th ed.). Cengage Learning.



EKLER

EK-1. Etik Kurul Kararı

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu Karar Formu

KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 09 Karar No: 02	Toplantı Tarihi: 26.06.2025
	Aşağıda bilgileri verilen yüksek lisans tez ile ilgili çalışmanın, etik ilkeler açısından değerlendirilmesi isteği ile ilgili husus görüşüldü. Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu yüksek lisans tez ile ilgili yapılacak çalışma için, araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak konuyla ilgili çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına, Etik Kurulu oy birliği ile karar vermiştir.	
ÇALIŞMA BİLGİLERİ	Proje Yürütücüsü: Miraç KARADENİZ Çalışma Konusu: 8. Sınıf Öğrencilerinin Element, Bileşik ve Molekül Kavramlarını Anlama Düzeylerinin Belirlenmesi	

EĞİTİM BİLİMLERİ BİRİM ETİK KURULU		İMZA
Prof. Dr. Refik DİLBER	Etik Kurul Başkanı	e-imza
Prof.Dr. Yasın SOYLU	Etik Kurul Başkan Yardımcısı	e-imza
Prof. Dr.Namık Tanfer ALTAŞ	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Prof. Dr.Muhsine BÖREKÇİ	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Doç. Dr. Zafer YILMAZ	Etik Kurul Raportörü	e-imza

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 06411bd1-3674-4de1-9a38-cab187a729d1 Doğrulama Adresi: <https://www.turkijo.gov.tr/ataturk-universitesi-etik>

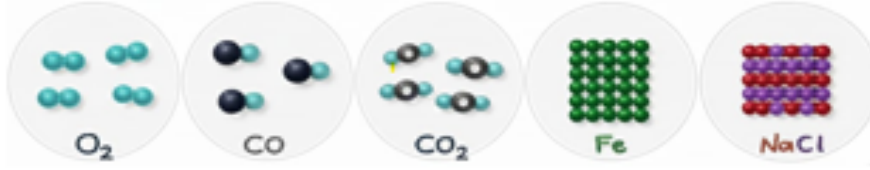


EK-2. Kavram Testi

ELEMENT, BİLEŞİK VE MOLEKÜL KAVRAMLARI ÖLÇEĞİ

Değerli Öğrenciler,

Bu ölçek, sizlerin element, bileşik ve molekül kavramlarını anlama düzeylerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki sorulara vereceğiniz cevaplar bu kavramların öğrenciler tarafından arzu edilen düzeyde öğrenilebilmesine katkı sağlayacak çalışmalara ışık tutacaktır. Bu nedenle soruları **şamimi bir şekilde cevaplandırmanız** bizim için büyük önem arz etmektedir. Ankette kişisel bilgilerinizi ortaya çıkaracak bir soru yer almamaktadır. Zamanınızı ayırdığınız ve verdiğiniz katkılar için şimdiden teşekkür ederiz.



Aşağıdaki soruları EVET/HAYIR kutucuklarına “X” işareti koyarak cevaplayalım.			
		EVET	HAYIR
1	Seçtiğiniz element modeli veya modellerini aynı cins atomlardan olduğu için mi seçtiniz?		
2	Seçtiğiniz element modeli veya modellerini belirtilen şekillerden yararlanarak mı seçtiniz?		
3	Seçtiğiniz element modeli veya modellerini belirtilen kimyasal sembollerine göre mi seçtiniz?		
4	Seçtiğiniz atomik yapı element modeli veya modellerini şekillerdeki görünümüne göre mi seçtiniz?		
5	Seçtiğiniz atomik yapı element modeli veya modellerini belirtilen kimyasal sembollerine göre mi seçtiniz?		
6	Seçtiğiniz moleküler yapı element modeli veya modellerini şekillerdeki grup görünümüne göre mi belirlediniz?		
7	Seçtiğiniz moleküler yapı element modelini veya modellerini kimyasal sembollerine göre mi belirlediniz?		

8	Seçtiğiniz moleküler yapı element modeli veya modellerini "Birden fazla atomun bir araya gelerek oluşturduğu gruplara molekül adı verilir" tanımına göre mi seçtiniz?		
9	Bileşik modeli veya modellerini seçerken şekillerdeki görünümüne göre mi seçtiniz?		
10	Bileşik modeli veya modellerini seçerken belirtilen kimyasal formüllerine göre mi seçtiniz?		
11	Bileşik modeli veya modellerini seçerken "En az iki farklı atomun bir araya gelerek oluşturduğu yapıya bileşik denir" tanımına göre mi seçtiniz?		
12	Seçtiğiniz moleküler yapı bileşik modeli veya modellerini şekillerdeki görünümüne göre mi belirlediniz?		
13	Seçtiğiniz moleküler yapı bileşik modeli veya modellerini kimyasal formüllerine göre mi seçtiniz?		
14	Seçtiğiniz moleküler yapı bileşik modeli veya modellerini "İyonik yapı olmayan bileşikler moleküler yapıda bileşiklerdir" tanımına göre mi seçtiniz?		
15	Moleküler yapıda olmayan bileşik modeli veya modellerini şekillerdeki görünümüne göre mi belirlediniz?		
16	Moleküler yapıda olmayan bileşik modeli veya modellerini kimyasal formüllerine göre mi belirlediniz?		
17	Seçtiğiniz moleküler yapıda olmayan bileşik modeli veya modelleri "İyonik yapıda olan bileşikler moleküler yapıda değildir." Tanımına uygun olarak mı belirlediniz?		
18	Moleküler yapı element veya moleküler yapı bileşikleri "Birden fazla atomun bir araya gelerek oluşturduğu gruplara molekül denir" tanımına uygun olarak mı seçtiniz?		

EK-3. Kavram Başarı Testi

Doğru / Yanlış Kavram Testi

Aşağıdaki ifadelerden doğru olduğunu düşündükleriniz için *D* kolonuna, yanlış olduğunu düşündükleriniz için *Y* kolonuna *X* işareti koyunuz.

D	Y	İFADELER
		1. Karbon dioksit (CO_2) bir bileşiktir.
		2. Molekül, iki veya daha fazla atomun kimyasal bağlarla birleşmesiyle oluşur.
		3. Tuz (NaCl), bir moleküldür.
		4. Elementler sadece tek cins atomlardan oluşur.
		5. Moleküller sadece bileşiklerden oluşur.
		6. Karbon monoksit (CO) bir molekül bileşiğe örnektir.
		7. Periyodik tabloda yer alan her madde bir elementtir.
		8. Molekül yapıları elementler de vardır.
		9. Su (H_2O) bir bileşiktir fakat molekül değildir.
		10. Altın ve gümüş karıştırıldığında yeni bir element oluşur.
		11. Tüm moleküller iki aynı elementin atomlarından oluşur.
		12. Elementler fiziksel yollarla daha basit maddelere ayrılabilir.
		13. Oksijen gazı (O_2) molekül yapıları bir elementtir.
		14. Bileşikler kendini oluşturan elementlerin özelliklerini korur.
		15. Oksijen, hidrojen ve demir element örnekleridir.
		16. Tek atomdan oluşan atomik yapıları elementler de bir molekül sayılır.
		17. Bileşikler, elementlerin kimyasal yollarla birleşmesi sonucu oluşur.
		18. Bileşikler her zaman iki farklı element içerir.

Element, Bileşik ve Molekül Kavramları Değerlendirme Testi

Açıklama: Aşağıda 10 adet çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Her sorunun tek bir doğru cevabı vardır.

1. Aşağıdaki maddelerden hangisi saf element olarak sınıflandırılır?

- a) Hava b) Su (H_2O) c) Tuzlu su d) Bakır (Cu) tel

2. Suyun (H_2O) formülünde bulunan "2" rakamı neyi ifade eder?

- a) Su molekülündeki oksijen atomu sayısını
b) Su molekülündeki hidrojen atomu sayısını
c) Suyun 2 farklı elementten oluştuğunu
d) Suyun kaynama noktasının $100^\circ C$ olduğunu

3. I. Demir (Fe)

II. Karbondioksit (CO_2)

III. Sodyum tuzu ($NaCl$)

Yukarıda verilen maddelerden hangileri birer bileşiktir?

- a) Yalnız I b) Yalnız II c) II ve III d) I, II ve III

4. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- a) Tüm bileşikler aynı zamanda birer moleküldür.
b) Elementler, aynı tür atomlardan oluşur.
c) Bir bileşik, kendini oluşturan elementlerin özelliklerini göstermez.
d) Hava, birden fazla gazın oluşturduğu bir karışımdır.

5. Oksijen gazı (O_2) için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- a) Moleküler yapıdadır.
b) İki atomlu bir moleküldür.
c) Saf bir maddedir.
d) Bir bileşiktir.

6. Aşağıdaki modellerden kaç tanesi molekülü temsil etmektedir?



- a) üç b) bir c) dört d) iki

7. I. Elementler sembollerle gösterilir.

II. Bileşikler formüllerle gösterilir.

III. Karışımların belirli bir formülü yoktur.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- a) Yalnız I b) I ve II c) II ve III d) I, II ve III

8. "X" maddesi için aşağıdaki bilgiler veriliyor:

- Farklı tür atomlardan oluşur.
- Kimyasal yollarla daha basit maddelere ayrıştırılabilir.
- Sembolle değil, formülle gösterilir.

Buna göre "X" maddesi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- Azot (N_2) b) Altın (Au) c) Şeker ($C_6H_{12}O_6$) d) Çelik

9. Aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?

- a) $H_2O \rightarrow$ Bileşik b) He $\rightarrow$ Element
c) $O_2 \rightarrow$ Molekül d) $NaCl \rightarrow$ Element

10. Bir öğrenci, "Tüm elementler moleküler yapıda değildir." diyerek aşağıdakilerden hangisini örnek verebilir?

- a) Hidrojen gazı (H_2) b) Su (H_2O)
c) Oksijen gazı (O_2) d) Bakır (Cu) metali

Window
Windows'u

EK-4. Yarı Yapılandırılmış Mülakat

Mülakatın Amacı (Yarı Yapılandırılmış Mülakat)

Bu mülakat, 8. sınıf öğrencilerinin element, bileşik ve molekül kavramlarına ilişkin kavramsal bilgilerini, ayırt etme becerilerini, günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerini ve kavramsal yanlışlarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Genel Kavram Bilgisi

1. Element denildiğinde aklına ne geliyor? Açıklar mısın?

2. Bileşik nedir? Elementten farkı sence nedir?

3. Molekül kavramını nasıl tanımlarsın?

4. Element, bileşik ve molekül kavramlarını düşündüğünde aralarındaki ilişkiyi nasıl açıklarsın?

B. Ayırt Etme ve Sınıflandırma

5. Sence her element molekül yapı mıdır? Neden?

6. Molekül yapı bir element ile atomik yapı bir element arasındaki fark nedir?

7. Her bileşik molekül yapı mıdır? Açıklar mısın?

8. Aşağıdakilerden hangileri element, hangileri bileşiktir? Nedenleriyle açıklar mısın?

O₂

H₂O

Fe

CO₂

D. Günlük Yaşamla İlişkilendirme

12. Günlük hayatta karşılaştığın bir element örneği verebilir misin? Neden element olduğunu düşünüyorsun?

13. Günlük hayatta kullanılan bir bileşik örneği verir misin?

14. Havanın bir molekül mü, element mi yoksa bileşik mi olduğunu düşünüyorsun? Neden?

E. Kavramsal Yanlışları Belirlemeye Yönelik Sorular

15. Sence molekül sadece bileşiklerde mi bulunur? Açıkla.

16. Bir madde atomlardan oluşuyorsa mutlaka element midir? Neden?

Windows'
Windows'u e

17. "Elementler birleşerek molekül oluşturur" ifadesi sence her zaman doğru mudur? Açıklar mısın?

18. Aynı elementin atomları birleştiğinde neden yeni bir madde oluşmaz?

F. Üst Düzey Düşünme ve Açıklama

19. Bir elementin molekül yapılı mı yoksa atomik yapılı mı olduğunu nasıl anlarsın?

20. Bileşiklerin özellikleri, onu oluşturan elementlerin özelliklerinden neden farklıdır?

21. Element, bileşik ve molekül kavramlarını bilmenin sence günlük hayatta ne gibi faydaları vardır?

G. Öğrenci Görüşü

22. Bu konuların hangisini anlamakta zorlandın? Neden?

23. Öğretmen bu konuları anlatırken ne yapılırsa daha iyi anlayacağını düşünüyorsun?

24. Element, Bileşik ve Molekül Kavramlarından en çok hangisi aklında kaldı?

EK-5. Araştırma İzni



**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZİNİ BELGESİ**



Başvuru No: MEB.TT.2025.029149.01

T.C. Kimlik No: 31*****12

Adı Soyadı: MİRAC KARADENİZ

Araştırmacının Adı: 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEMENT, BİLEŞİK VE MOLEKÜL KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Anket, doğru/yanlış kavram testi ve yan yapılandırılmış sözlü mülakat

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 11.09.2025

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 07.09.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
İSTANBUL	Ortaokul	Bey-Koop. Ali Çebi Ortaokulu	731989
İSTANBUL	Ortaokul	Esenyurt 80. Yıl Ortaokulu	731994
İSTANBUL	Ortaokul	Fahir İlkel Ortaokulu	731997
İSTANBUL	Ortaokul	Mehmet Akif Ersoy Ortaokulu	732000
İSTANBUL	Ortaokul	Mustafa Yeşil Ortaokulu	732006
İSTANBUL	Ortaokul	Rifat Ilgaz Ortaokulu	732010
İSTANBUL	Ortaokul	Ekrem İnci Ortaokulu	742329
İSTANBUL	Ortaokul	Tevfikbey Ortaokulu	742334
İSTANBUL	Ortaokul	Sibeler Ortaokulu	742337
İSTANBUL	Ortaokul	Orhan Gazi Ortaokulu	742342

Serhat Mah. 1290. Sokak No:8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: tskb.egitimaraştirmalari.arastirmaizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: tskb.meb.gov.tr

ÖZGEÇMİŞ

..... tarihinde’da doğmuştur. İlk ve ortaöğrenimini Erzurum ilinin Horasan ilçesinde tamamlamıştır. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde başladığı lisans eğitimini 2018 yılında tamamlamıştır.

Mezuniyetinden itibaren devlet okullarında, bazı kolej ve kurslarda Fen Bilimleri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır. 2023 yılında Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.

