

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ



KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ KONUSUNDA ÖĞRENCİLERİN
SAHİP OLDUKLARI KAVRAM YANILGILARININ ONTOLOJİ
TEMELİNDE İNCELENMESİ

MÜRÜVVET BENGÜ ÇETİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Bülent PEKDAĞ (Tez Danışmanı)**
 Doç. Dr. Nalan AKKUZZU GÜVEN
 Doç. Dr. Nursen AZİZOĞLU

BALIKESİR, EYLÜL - 2022

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Öğrencilerinin Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde İncelenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Mürüvvet Bengü ÇETİN

ÖZET

**KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ KONUSUNDA ÖĞRENCİLERİN SAHİP
OLDUKLARI KAVRAM YANILGILARININ ONTOLOJİ TEMELİNDE
İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜRÜVET BENGÜ ÇETİN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. BÜLENT PEKDAĞ)
BALIKESİR, EYLÜL-2022**

Bu araştırmanın amacı, öğrencilerin “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek ve ontoloji temelinde bu kavram yanlışlarını inceleyerek nedenlerini belirlemektir. Araştırmada tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini; 2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Kütahya il merkezinde bulunan 3 devlet lisesinin ve Tavşanlı ilçe merkezinde bulunan 4 devlet lisesinin 11. sınıfında öğrenim gören toplam 416 öğrenci oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen ve doğru-yanlış biçiminde 35 maddeden oluşan “Kimyasal Tepkimelerde Hız Kavram Testi” kullanılmıştır. Testte yer alan maddelerden 23’ü kavram yanlışlığı ifadesi, 12’si ise bilimsel olarak doğru ifadedir. Testin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,58 olarak hesaplanmıştır. Kavram testi, kimyasal tepkimelerde hız konusunun okulda öğretiminden hemen sonra öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerden toplanan veriler nicel ve nitel olarak analiz edilmiştir. Nicel analizi sonucunda, öğrencilerin neredeyse yarısına yakınının (%43) kimyasal tepkimelerde hız konusunda problem yaşadığı, konu ile ilgili çok fazla bilgi eksiklerinin olduğu ve çok fazla sayıda kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Nitel analiz sonucunda ise öğrencilerde tespit edilen 23 kavram yanlışlığının; öğrencilerin (1) kavramı yanlış ontolojik kategoriye/alt kategoriye yerleştirmesinden, (2) kavramı doğru ontolojik kategoriye/alt kategoriye yerleştirmesine rağmen iki kavramı bilimsel olarak yanlış ilişkilendirmesinden ve (3) kavramı doğru ontolojik kategoriye yerleştirmesine rağmen düşündükleri matematiksel ifadenin bilimsel olarak yanlış olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Kimyasal tepkimelerde hız, kavram yanlışlığı, ontolojik yaklaşım.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT THE RATE OF CHEMICAL REACTIONS ON THE BASIS OF ONTOLOGY

MSC THESIS

MÜREVVET BENGÜ ÇETİN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

CHEMISTRY EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF. DR. BÜLENT PEKDAĞ)

BALIKESİR, SEPTEMBER-2022

The purpose of this research is to determine the misconceptions of students about “rate of chemical reactions” and to determine the reasons for these misconceptions on the basis of ontology. The study is a survey research. The sample of the study consisted of 416 students studying in the 11th grade of 3 public high schools in the city center of Kütahya and 4 public high schools in the county center of Tavşanlı in the spring semester of the 2021-2022 academic year. As a data collection tool, the “The Rate of Chemical Reactions Concept Test” developed by the researcher and consisting of true-false 35 items was used. Of the items in the test, 23 are misconception statements and 12 are scientifically correct statements. The Cronbach Alpha reliability coefficient of the test was calculated as 0.58. The concept test was applied to the students immediately after the subject of rate of chemical reactions was taught at school. The data collected from the students were analyzed in two different ways as quantitative and qualitative. As a result of the quantitative analysis, it was determined that almost half of the students (43%) had problems with rate of chemical reactions, they lacked a lot of information about the subject and they had too many misconceptions. As a result of the qualitative analysis, 23 misconceptions detected in the students; it was determined that students (1) placed the concept in the wrong ontological category/subcategory, (2) scientifically incorrectly associated the two concepts despite placing the concept in the correct ontological category/subcategory, and (3) the mathematical expression they thought was scientifically incorrect despite placing the concept in the correct ontological category.

KEYWORDS: Rates of chemical reactions, misconception, ontological approach.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	1
1.2 Araştırmanın Amacı	3
1.3 Araştırmanın Önemi	3
1.4 Araştırmanın Problem Cümlesi	5
1.5 Araştırmanın Alt Problemleri	5
1.6 Varsayımlar	5
1.7 Sınırlılıklar	5
1.8 Tanımlar	5
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	7
2.1 Kavram	7
2.2 Kavram Yanılgıları	7
2.3 Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi Üzerine Yapılan Araştırmalar	9
2.4 Ontoloji	16
2.4.1 Ontolojik Kategoriler ve Alt Kategoriler	16
2.4.2 Ontolojik Kategorilerin Birbiriyle Karşılaştırılması	19
2.4.3 Bazı Bilimsel Kavramların Anlaşılmasındaki Güçlük Nedeni	19
2.4.4 Kavram Yanılgılarının Ontolojik Nedenleri	20
2.5 Kimya Eğitiminde Tespit Edilen Bazı Kavram Yanılgılarının Ontolojik Açından İncelenmesi	21
2.6 Ontoloji Temelinde Kavram Yanılgılarını İnceleyen Araştırmalar	24
3. YÖNTEM	29
3.1 Araştırma Modeli	29
3.2 Örneklem	29
3.3 Veri Toplama Aracı	30
3.4 Veri Toplama Süreci	33
3.5 Verilerin Analizi	34
4. BULGULAR	36
4.1 Nicel Analiz İle İlgili Bulgular	36
4.2 Nitel Analiz İle İlgili Bulgular	40
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	56
5.1 Nicel Analiz İle İlgili Sonuçlar	56
5.2 Nitel Analiz İle İlgili Sonuçlar	56
6. ÖNERİLER	60
7. KAYNAKLAR	61
EKLER	68
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Ontolojik kategoriler ve alt kategoriler	18
Şekil 2.2: Çözünme kavramının yer aldığı ontolojik kategoriler ve alt kategoriler	22
Şekil 2.3: Madde ontolojik kategorisi ve alt kategorileri	23
Şekil 4.1: Nicel analize ait bulguların toplu gösterimi	39



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1: Tepkime hızı ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	11
Tablo 2.2: Aktivasyon enerji ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	13
Tablo 2.3: Tepkime hızı-aktivasyon enerjisi ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	13
Tablo 2.4: Tepkime hızı-derişim/basınç/hacim ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	13
Tablo 2.5: Tepkime hızı-sıcaklık ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	14
Tablo 2.6: Tepkime hızı-katalizör ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	15
Tablo 2.7: Tepkime hızı-tepkime mekanizması ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları	15
Tablo 3.1: Çalışmanın örnekleme	29
Tablo 3.2: Madde istatistik analiz sonuçları	32
Tablo 3.3: Test maddelerinin güçlük skalasına göre dağılımı	33
Tablo 3.4: Nicel analiz kategorileri ve açıklamaları	34
Tablo 3.5: Nitel analiz kriterleri	35
Tablo 4.1: Nicel analize ait bulgular	36
Tablo 4.2: Kavram testinin 2. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	40
Tablo 4.3: Kavram testinin 3. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	41
Tablo 4.4: Kavram testinin 4. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	41
Tablo 4.5: Kavram testinin 5. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	42
Tablo 4.6: Kavram testinin 8. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	43
Tablo 4.7: Kavram testinin 9. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	43
Tablo 4.8: Kavram testinin 10. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	44
Tablo 4.9: Kavram testinin 11. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	45
Tablo 4.10: Kavram testinin 12. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	45
Tablo 4.11: Kavram testinin 14. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	46
Tablo 4.12: Kavram testinin 16. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	47
Tablo 4.13: Kavram testinin 17. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	47
Tablo 4.14: Kavram testinin 18. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	48
Tablo 4.15: Kavram testinin 20. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	49
Tablo 4.16: Kavram testinin 21. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	49
Tablo 4.17: Kavram testinin 22. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	50
Tablo 4.18: Kavram testinin 23. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	51
Tablo 4.19: Kavram testinin 26. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	51
Tablo 4.20: Kavram testinin 27. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	52
Tablo 4.21: Kavram testinin 31. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	53
Tablo 4.22: Kavram testinin 33. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	53
Tablo 4.23: Kavram testinin 34. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	54
Tablo 4.24: Kavram testinin 35. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu	55

SEMBOL LİSTESİ

f : Frekans

% : Yüzde



ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesinde vaktini, desteğini, bilgisini ve güler yüzünü benden esirgemeyen, başarısı ve saygısıyla örnek aldığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Bülent PEKDAĞ'a,

Yüksek lisans eğitimim sırasında kendisinden almış olduğum dersler sayesinde bilgimi arttıran ve yapmış olduğu değerli yorumları ile tezime katkı sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Nursen AZİZOĞLU'na,

Tezim hakkında değerli görüşlerini paylaşarak katkı sağlayan sayın Doç. Dr. Nalan AKKUZU GÜVEN hocama,

İnsanın kendisini geliştirmesinin daha değerli olduğunu anlatan, her zaman bana destek olan, merhametli ve güler yüzlü eşim Özkan ÇETİN'e,

Hayatının her anını çalışmayla geçirmiş, eğitimimize verdiği önemle bize her zaman örnek olan, çalışkan, sevgi dolu, merhametli ve vicdan sahibi babam Mustafa AKÇA'ya,

Her zaman arkamızda duran, kendinden çok bizimle ilgilenen canım annem Sevilay AKÇA'ya,

Her zor anımda benim en yakınımda bulunan canım kardeşim Emin AKÇA'ya,

Bu süreçte karnımda an ve an büyüyen, beni üzmeyen bebeğime teşekkür ederim.

Balıkesir, 2022

Mürüvvet Bengü ÇETİN

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Kimya birçok soyut kavramı bünyesinde barındırmaktadır. Bilimsel ve sistematik olarak yapılan deney ve gözlem yöntemi, kimya kavramların anlamlarının oluşturulmasına imkan sağlamaktadır. Kimyadaki soyut kavramların öğretimi ve öğrenimi zordur. Bu kavramların öğretilmesinde uygun ve verimli öğretim yöntemleri kullanılması gerektirmektedir. Öğrenilmiş kavramlar kendinden sonraki yeni kavramlara temel oluşturmakta ve bu yeni kavramın bireyin zihninde bilimsel olarak doğru bir şekilde kodlanması durumunda öğrenme meydana gelmektedir. Yanlış kodlanması durumunda ise kavram yanlışlığına neden olmaktadır (Vosniadou, 1994; Mayer ve Moreno, 2001; Pekdağ, 2010).

Öğretmenler, öğrencilerin bilgilerinde yer alan yanlış kavramaları (kavram yanlışlıklarını) belirlemeli, gereken kavramsal değişimi sağlamalıdır (Soylu ve İbiş, 1999). Bir kavramın öğrenilmesini sağlayan en önemli etkenler, bilgi birikimi ve deneyimdir. Yeni kavram kendinden önce öğrenilmiş kavram(lar) ile bilimsel olarak doğru bir biçimde ilişkilendirildiğinde anlam kazanmaktadır. Doğru olmayan bir ilişkilendirme ise kavram yanlışlığının varlığına işaret etmektedir. Kavram yanlışlıkları öğrencilerin bir kavrama yönelik bilimsel olarak doğru olmayan düşünceleri veya bilgileri olarak tanımlanmaktadır (Driver, Guesne ve Tiberghien, 1985; Gabel, Samuel ve Hunn, 1987; Taber, 1994).

Öğrencilerde kavram yanlışlığının oluşmasında birçok etmen rol oynamaktadır. Bu etmenlerden biri de öğretmendir. Öğretmenin kullandığı uygun olmayan öğretim yöntemi, öğretilecek hedef kavram ile ilgili vermiş olduğu verimsiz/değersiz örnekler ve ön bilgileri harekete geçirmeyen bilgiler, öğrencinin hedef kavramı yanlış anlamlandırmasına ve buna bağlı olarak da anlamlı öğrenmenin meydana gelmemesine sebep olabilmektedir (Marbach, Seal ve Sokolove, 2001; Junst, Licklider ve Wiersema, 2003; Coştu, Ayas ve Ünal, 2007).

Kavram yanlışlıkları öğrenmenin önünde en büyük engel olması sebebiyle araştırma yapılan konuların başında gelmektedir. Kimya eğitimi alanında kavram yanlışlıkları üzerine yapılan ilk çalışmalara bakıldığında, dünyada yarım asırdan beri (örneğin, Wheeler ve Kass, 1978) araştırma konusu olarak seçildiği görülmektedir. Madde (Karaer, 2007), element (Çilingir, 2002), atom, molekül (Maskill, Cachapuz ve Koulaidis, 1997), iyon (Ross ve Munby, 1991),

periyodik cetvel (Altınyüzük, 2008), fiziksel ve kimyasal değişim (Johnson, 2000; Çilingir, 2002), gaz (Krnell, Watson ve Glazar, 1998; Azizoğlu, 2004), asit-baz (Ross ve Munby, 1991; Schmidt, 1995; Altınyüzük, 2008), mol (Çilingir, 2002), çözelti (Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Kalın, 2008), çözünme-çözünürlük (Çilingir, 2002; Tekin, Kolomuç ve Ayas, 2004; Koray, Akyaz ve Kökyaz, 2007), ısı-sıcaklık, kimyasal tepkime (Stavridou ve Solomonidou, 1998; Altınyüzük, 2008), kimyasal bağ (Morgil ve Yılmaz, 2001; Çilingir, 2002; Pabuçcu ve Geban, 2006; Altınyüzük, 2008), iyonik bağ (Coll ve Treagust, 2003; Kayalı ve Tahran, 2004), kovalent bağ (Ürek ve Tahran, 2005), tepkime hızı (Bilgin, 2010), kimyasal denge (Banerjee, 1991; van Driel ve diğerleri, 1998; Sepet, Yılmaz ve Morgil, 2004; Şatay, 2010), elektrokimya (Sanger ve Greenbowe, 1997) gibi pek çok kimya konusu üzerine yapılan araştırmalar ile öğrencilerde var olan kavram yanlışları belirlenmiş ve literatüre kazandırılmıştır.

Bu çalışmada ele alınan kimyasal tepkimelerde hız konusu kimyanın önemli bir konusudur. Bunun nedeni, kimyasal tepkimelerde hız konusunun enerji (aktivasyon enerjisi, kinetik enerji, potansiyel enerji), çözelti, gaz, madde cinsi, madde miktarı (derişim), basınç, sıcaklık, endotermik tepkime, ekzotermik tepkime, tepkime entalpisi, katalizör, mekanizmalı (veya basamaklı) tepkimeler gibi birçok konu ile yakından ilişkili olmasıdır. Kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerin zihninde oluşabilecek kavram yanlışları ilişkili olduğu diğer konuların öğrenilmesini de engelleyebilir. Bu yüzden, kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesi son derece önemlidir. Belirlenmesi dışında nedeninin de araştırılması, kavram yanlışlarının düzeltilmesi/giderilmesi ve kavramsal değişimin gerçekleştirilmesi için gereklidir.

Literatürde öğrencilerdeki kavram yanlışlarının nedenini açıklayan ve kavramsal değişimin hangi şartlarda gerçekleştirilebileceğini ortaya koyan kuramsal yaklaşımlar mevcuttur. Harrison ve Treagust (2001), öğrencinin zihninde kavramların yeniden yapılandırması (kavram yanlışlarının giderilmesi) veya kavramsal değişim ile ilgili beş farklı kuramsal yaklaşımın olduğunu bildirmişlerdir. Bu kuramsal yaklaşımlar; *epistemoloji* (Posner ve diğerleri, 1982), *gelişim* (Carey, 1985), *açıklayıcı tutarlılık* (Thagard, 1992), *sosyal/duygusal etki* (Pintrich, Marx ve Boyle, 1993) ve *ontoloji* (Chi ve diğerleri, 1994) şeklindedir. Bu kuramsal yaklaşımlardan her biri, kavramsal değişimin hangi durumlarda meydana geleceği konusunda birbirinden farklı açıklamalar yapmaktadır.

Bu çalışmada, kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının nedenini belirlemek amacıyla Amerikalı zihinsel öğrenme psikoloğu Chi ve arkadaşları (Chi, 1992; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Slotta, Chi ve Joram, 1995; Chi, 1997; Chi ve Roscoe, 2002) tarafından ortaya atılan ontolojik yaklaşım benimsenmiştir. Bu kuramsal yaklaşım bir bilimsel konuda öğrencilerdeki kavram yanlışlarının nedenini ve bu kavram yanlışısının nasıl giderileceğini ortaya koymaktadır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, ortaöğretim 11. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin kimyasal tepkimelerde hız konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek ve ontoloji temelinde bu kavram yanlışlarını inceleyerek nedenlerini belirlemektir.

1.3 Araştırmanın Önemi

Kimya eğitiminin temel amacı, öğrencilerin bilimsel kavramları zihninde doğru yapılandırarak öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktır. Verilmek istenen kimya bilgisinin anlamlı ve kalıcı olarak öğrenilmesi önünde en büyük engel öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarıdır. Öğrenmenin gerçekleşmesi için bu kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve bilimsel doğrular ile yer değiştirmesi gerekmektedir. Bu yer değiştirme olayı öğrenme açısından son derece gerekli olup kimya eğitimcileri tarafından bu durum çok iyi bilinmektedir. Bu nedenle yaklaşık 50 yıldan beri yoğun bir şekilde kimya eğitimi araştırmacıları kavram yanlışları üzerine çalışmışlardır. Pek çok kimya konusu ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlarının giderilmesi ve öğrenme konusunda son dönemlerde öğretmen merkezli öğretim yaklaşımı yerine öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımını sağlayan çok farklı yöntemler ve modeller (5E öğrenme modeli, ters yüz öğrenme modeli, bağlam temelli öğrenme, araştırma-sorgulama temelli öğrenme, argümantasyona dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme, probleme dayalı öğrenme, beyin temelli öğrenme, sorgulama dayalı öğrenme, bilim tarihi temelli öğrenme, vb.) geliştirilmiş ve kimya eğitimi araştırmacıları tarafından kullanılmıştır. Ayrıca, öğretmen merkezli öğretim yaklaşımına alternatif olarak kullanılan bu öğrenme yöntem ve modellerinde teknolojik araçlara (video, animasyon, simülasyon, multimedya, hipermedya), gerçek laboratuvar ortamlarına veya sanal ortamlara (sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik) yer verilmiştir. Kimya eğitimcilerinin bu kadar yoğun ve gayretli araştırmalarının temelinde yatan tek bir gerçek ise öğrenciye bir kimya kavramını anlamlı ve kalıcı olarak öğretmektir.

Bu amaçla, öğrenci için uygun ve faydalı bir öğrenme ortamı oluşturmaktadırlar ve öğrencinin zihninde bilgiyi yapılandırmasında ona rehberlik etmektedirler (Pekdağ, 2010).

Kimya eğitiminde kavram yanlışlarının nedenini ontolojik yaklaşım temelinde inceleyen araştırmalar dünyada ve ülkemizde çok azdır. Sınırlı sayıda yapılmış bu araştırmalarda, maddenin tanecikli yapısı (Özalp, 2008; Kahveci ve Özalp, 2009), erime ve çözünme (Şen ve Yılmaz, 2012), madde (Sarı, 2014), maddenin yapısı ve özellikleri (Kabapınar, 2013; Sarı ve Bayram, 2018) konuları ele alınmıştır. Bu araştırmalara ek olarak, Somon (2000) tarafından yapılan “Kimyada ontolojik sınıflandırma: Kimyada kavramsal değişim için bir temel” isimli bir çalışma da literatürde mevcuttur. Kimya eğitimi dışında fen eğitiminde de durum aynıdır. Fen eğitiminde kavram yanlışlarının ontolojik açıdan inceleyen araştırmalar, fizik kavramları (Slotta, Chi ve Joram, 1995), fen kavramları (Johnston ve Southerland, 2000), elektromanyetik indüksiyon (Öden Acar, 2010), kuvvet ve hareket (Topalsan Kınık, 2015; Diyarbekir, 2020) üzerine yapılmıştır.

Bu çalışmanın konusu olan kimyasal tepkimelerde hız ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını ontoloji temelinde inceleyen araştırmalara ise literatürde rastlanmamıştır. Bu kimya konusu hakkında öğrencilerdeki kavram yanlışlarının ontolojik açıdan nedenini belirlemek ve bu kavram yanlışlarının giderilmesi için önerilerde bulunmak bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Dünyada ve ülkemizde kimyasal tepkimelerde hız konusu ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmaması göz önüne alındığında, bu çalışmanın literatürdeki eksikliği gidermesi açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, kimyasal tepkimelerde hız konusunda kavram yanlışlarının nedeni ile ilgili ontoloji temelinde literatüre bir bakış açısı kazandırmak ve bu konuda kimya eğitimcilerine, öğretmenlerine ve araştırmacılarına faydalı bilgiler sunmak bu çalışmanın temel amacıdır.

Diğer taraftan, kimya ve fen eğitiminde kavram yanlışlarını ontolojik açıdan inceleyen araştırmaların bu kadar sınırlı olmasının sebebi, çalışmanın “Sonuç ve Tartışma” kısmında tartışılmıştır. Bu tartışmada, Chi ve arkadaşlarının ortaya koyduğu ontolojik yaklaşımın veri analizinde kullanılması sırasında yaptığımız katkıdan (ontoloji temelinde veri analiz kriterlerinin belirlenmesi, yani ontolojik yaklaşıma metodolojik katkıdan) ve ayrıca bu ontolojik yaklaşımın sınırlılıklarından bahsedilmiştir.

1.4 Araştırmanın Problem Cümlesi

Ortaöğretim 11. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin kimyasal tepkimelerde hız konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik açıdan nedenleri nedir?

1.5 Araştırmanın Alt Problemleri

Bu çalışma ile aşağıda verilen alt problemlere cevap aranmıştır:

Alt problem 1: Kimyasal tepkimelerde hız konusunda 11. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?

Alt problem 2: Kimyasal tepkimelerde hız konusunda 11. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik açıdan nedenleri nedir?

1.6 Varsayımlar

Araştırmanın varsayımları aşağıda belirtildiği şekildedir:

- Bu çalışmaya katılan tüm öğrencilerin “Kimyasal Tepkimelerde Hız Kavram Testi” içerisinde yer alan soruları samimi ve içten bir şekilde cevapladıkları, cevapların öğrencilerin gerçek görüşlerini yansıttığı,
- Kavram testini cevaplama süresi içerisinde örnekleme oluşturan öğrenciler arasında herhangi bir sözlü iletişim olmadığı,
- Araştırmacının örnekleme oluşturan her bir öğrenciye karşı eşit düzeyde tutum sergilediği varsayılmaktadır.

1.7 Sınırlılıklar

Çalışmanın sınırlılıkları aşağıda belirtildiği şekildedir:

- Araştırma, kullanılan veri toplama aracı “Kimyasal Tepkimelerde Hız Kavram Testi” ile,
- 2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Kütahya il sınırları içerisinde yer alan 7 devlet lisesinde öğrenim görmekte olan toplam 416 on birinci sınıf öğrenci ile,
- Kimyasal tepkimelerde hız konusu ile sınırlıdır.

1.8 Tanımlar

Kavram: Kavram, obje ya da olgulara ait insan zihninde beliren ortak özelliklerin bütünüdür (Topalsan Kınık, 2015).

Kavram yanılması: Bir kavram veya konu ile ilgili bilimsel bilgiden farklılık gösteren alternatif fikirler, bilimsel olmayan bilgi ve yorumlar, bilimsel olarak doğru olmayan düşünceler (Driver, Guesne ve Tiberghien, 1985; Gabel, Samuel ve Hunn, 1987; Taber, 1994). Ayrıca, “ontolojik olarak yanlış kategorize edilmiş kavramlar” olarak da tanımlanmaktadır (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Ontoloji: Varlık bilimidir. Varlıkların bulunduğu kategorileri açıklar (Chi, 1997).

Ontolojik özellik: Bir varlığın bulunduğu ontolojik kategoriye göre taşıdığı özelliktir (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Ontolojik kategori: Aristoteles’ten itibaren tüm varlıkların farklı kategorilerde bulunduğu düşünülmüştür. Bu kategorilere de ontolojik kategoriler denilmektedir (Chi, 1992).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde; kavram, kavram yanlışları, kimyasal tepkimelerde hız konusunda kavram yanlışlarının belirlenmesi üzerine yapılan araştırmalar, ontoloji, kimyada eğitiminde tespit edilen bazı kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi ve ontoloji temelinde kavram yanlışlarını inceleyen araştırmalar konularında bilgi verilmiştir.

2.1 Kavram

Literatürde *kavram* ile ilgili farklı tanımlar mevcuttur. Örneğin, Ayas (1997)'a göre kavram, somut eşya, olay ya da varlık değil, onları belirli gruplar altında topladığımızda elde ettiğimiz soyut düşüncelerdir. Kaptan (1998) için kavram, benzer özelliklere sahip olay, fikir ve objeler grubuna verilen ortak isimdir. Ülgen (2004)'e göre kavram, insan zihninde anlaşılan, farklı nesne ve olguların ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısıdır; bir kelime ile ifade edilir. Son olarak, Topalsan Kınık (2015) ise kavramı, nesne ya da olgularla ilgili insan zihninde oluşan ortak özelliklerin bütünü olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlardan anlaşılacağı üzere kavramlar, yaşadığımız gerçek dünyada değil bireyin zihninde yer etmiş düşüncelerde bulunmaktadır.

Erden (1997)'e göre kavramlar genel olarak somut ve soyut olmak üzere 2 gruba ayrılır. Somut kavramlar duyu organları ile doğrudan algılanabilirler. Soyut kavramlar için bu durum söz konusu değildir. Bu tür kavramlar, mantık ve çıkarım üzerine kurulmuşlardır (Lawson ve Renner, 1975). Örneğin, “katı”, “sıvı” gibi kavramlar somut kavram olarak ele alırken, “atom”, “molekül” gibi kavramlar ise soyut kavram olarak sınıflandırılmaktadırlar (Erol, 2009).

2.2 Kavram Yanlışları

Kavram yanlışlığı, bir konu veya kavram ile ilgili bireyin zihninde yer alan bilgilerin bilimsel bilgilerden farklılık göstermesidir. Bu bilgilerin bilimsel olarak doğru olmaması ve bilimsel bilgiye alternatif olması söz konusudur (Kabapınar, 2003; Morgil ve diğerleri, 2003). Bir başka ifade ile bu bilgi bilimin bilgisi olmayıp, öğrencinin zihninde yapılandığı ve bilimsel bilgi ile çelişen ve uyuşmayan bilgidir. Çakır ve Yürük (1999)'e göre kavram yanlışlığı, yaşamsal faaliyetlerin sonucunda meydana gelen, bilimsel gerçeklerle örtüşmeyen, bilimsel olarak doğruluğu ispatlanmış ve kavram öğrenimine/öğretimine engel teşkil eden düşüncelerdir.

Akgün (2005) kavram yanlışlarının 5 türü olduğunu bildirmiştir:

1. *Ön yargıya dayalı kavram yanlışları*: Gündelik yaşamdaki tecrübeler sonucunda meydana gelen yanlışlardır.
2. *Bilimsel olmayan inançlar*: Bilimsel olmayan kaynaklardan elde edilen öğrenmelerden dolayı meydana gelen yanlışlardır.
3. *Kavramsal yanlış anlamalar*: Bireylerin ön bilgilerini ve yargılarını önemsemeden yeni bilgilerin öğretilmesiyle ortaya çıkan kavram yanlışlarıdır.
4. *Dilden kaynaklanan kavram yanlışları*: Gündelik yaşamda kullanılan dil ile bilimsel dilin uyumsuzluğundan kaynaklanan kavram yanlışları.
5. *Olgulara dayalı kavram yanlışları*: Daha önceki yıllarda öğrenilmiş ve devamlılığını sürdüren yanlışdır.

Kavram yanlışları okulda yapılan öğretim sırasında da oluşabilir. Örneğin, öğretmen ders anlatırken “atomlar mikroplar gibi çok küçüktür” şekilde bir ifade kullanması, öğrencilerin atomları mikroplara benzetmesine ve atomların canlı olduğunu düşünmelerine neden olabilir (Özalp, 2008). Böyle bir kavram yanlışının öğrencilerde oluşmasının nedeni, öğretmenin uygun ve doğru olmayan bir analogi kullanmasıdır.

Okulda kavram yanlışlarının oluşmasına neden olan etmenler arasında; ders anlatımı sırasında kullanılan materyallerin soyut olması, ders kitaplarındaki görsellerin soyut olması, öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerinin eksik olmasından dolayı ders kitaplarındaki model ve gösterimleri anlamada yetersiz olmaları, bazı soyut kavramları açıklamada iki boyutlu görsellerin kullanılması sayılabilir (Stephans, 2003).

Kavram yanlışlarının başka bir nedeni de farklı diller arasındaki geçişlerdir. Bilimdeki kavramlar evrenseldir. Ancak, bir kavramın tanımı veya bir bilimsel açıklama bir dilden başka bir dile çevrilirken başka sözcük ve kelimelerle ifade edilmektedir. Bu sırada bir kelime başka kavram yerine kullanılabilmekte ve bunun sonucunda kavram kargaşası meydana gelmektedir (Ülgen, 2004).

2.3 Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi Üzerine Yapılan Araştırmalar

Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000) V-diyagramları yardımı ile kimyasal tepkimelerde hız konusunda üniversite öğrencilerinin kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi programında okuyan toplam 61 öğrencinin katılımı ile yürütülmüştür. Araştırmacılar, öğrencilerin “derişim ve sıcaklığın reaksiyon hızına etkisi” isimli deneye ait bulguları kullanarak hazırladıkları V-diyagramlarını incelenmişlerdir. Bu inceleme sonucunda, 4 başlık altında (1. reaksiyon hızı, 2. reaksiyon hızı-sıcaklık ilişkisi, 3. reaksiyon hızı-derişim ilişkisi ve 4. reaksiyon hızını etkileyen diğer faktörler) topladıkları konularda öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Belirlenen bu kavram yanılgılarından bazıları; “Reaksiyon hızı, reaktantların ürünlere dönüşme süresidir.”, “Derişim arttıkça, reaksiyonun gerçekleşme süresi artar.”, “Sıcaklık artışı, reaksiyon hızını belli bir değere kadar arttırır.” şeklindedir.

Bilgin (2010) kimyasal tepkimelerde hız konusu hakkında 11. ve 12. sınıf öğrencilerindeki kavram yanılgılarının tespit etmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Tarama modelinin kullanıldığı bu çalışma, toplam 120 öğrencinin katılımı ile yürütülmüştür. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve pilot uygulama sonucunda güvenilirliği 0.81 hesaplanan 24 maddelik iki aşamalı “Kimyasal Tepkimelerde Hız Kavram Testi” veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tepkime hızı, tepkime hızı-sıcaklık ilişkisi, tepkime hızı-derişim ilişkisi gibi konularda öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Belirlenen bu kavram yanılgılarından bazıları; “Tepkime hızı birim hacimdeki değişen mol sayısıdır.”, “Tepkime hızları negatif değer alabilir.”, “Katalizör tepkime ısını etkiler.”, “Katalizör, tepkimeye girip değişerek çıkan maddedir.” şeklindedir.

Şatay (2010) 11. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Toplam 6 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmasında, veriler yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile toplanmıştır. Görüşmede öğrencilere; “Kimyasal denge nedir?”, “Bütün tepkimeler dengeye ulaşır mı?”, “Katalizör dengeyi nasıl etkiler?” sorularının yanında “Tepkime hızı nedir?”, “Tepkime hızı zamanla nasıl değişir?” şeklinde tepkime hızı konusunda da sorular yöneltilmiştir. Görüşmeler cihaza kaydedilmiş ve daha sonra araştırmacı tarafından yazıya dökülmüştür. Veriler nitel yolla

analiz edilmiştir. Araştırmacı tarafından yöneltilen “Tepkime gerçekleşirken reaksiyon hızı nasıl değişir?” sorusuna öğrenciler “Tepkime hızı değişmez sabit kalır.”, “Sürekli bir reaksiyon halinde olduğu için tepkime hızlanır.”, “Hız hep aynıdır.”, “Madde miktarı zamanla azaldığı için tepkime hızı da zamanla azalır.” şeklinde cevap vermişlerdir.

Suwandy ve Irhasyuarna (2017) reaksiyon hızı konusunda 11. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarını ve nedenlerini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada veri toplama aracı olarak, nicel ve nitel tanımlayıcı tasarımı bir anket kullanılmıştır. Reaksiyon hızının tanımı, reaksiyon hızın ifadesi ve belirlenmesi, reaksiyon hız teorisi, reaksiyon hızını etkileyen faktörler, dengedeki reaksiyon hızı ve reaksiyon entalpisi ilişkisi ve katalizör kullanımı konularında araştırmaya katılan öğrencilerde çok sayıda kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Belirlenen kavram yanlışlarından bazıları; “Reaksiyon hızı, birim zamanda gerçekleşen reaksiyon sayısıdır.”, “Sıfırıncı dereceli reaksiyon, reaksiyon olmadığı anlamına gelir.”, “Isı gerekmediği için ekzotermik reaksiyon daha hızlıdır.”, “Aktivasyon enerjisi (E_a) entalpi’ye eşittir.”, “ k değeri bilinen reaksiyonun hızı tahmin edilemez çünkü ΔH değeri bilinmemektedir.”, “Sıcaklık arttırıldığında, tüm kimyasal reaksiyonlarda ürünler yönünde reaksiyon hızı artar.”, “Katalizör, ΔH değeri daha yüksek olan reaksiyonun hızını etkiler.” şeklindedir. Araştırma sonunda, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının nedenleri; öğrenenlerin ön yargılarından veya erken kavramlarından, öğrenenlerin çağrışımsal düşünmesinden, hümanist düşünceden, eksik/yanlış akıl yürütmeden, sezgisel yanlışlıktan, öğrenenlerin bilişsel gelişim evresinden ve öğrenenin bilgisinden kaynaklandığı şeklinde belirtilmiştir.

Jusniar ve diğerleri (2020) reaksiyon hızı (RR) ve kimyasal denge (CE) konularında 11. sınıf öğrencilerinde var olan kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca araştırmada, RR konusundaki kavram yanlışlarının CE konusundaki kavram yanlışlığı üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma, Endonezya’daki okullarda RR ve CE konularını öğrenen 245 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, kavram yanlışlığı testleri (RRDT ve CEDT) kullanılarak ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak toplanmıştır. RR konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını belirlemek için RRDT adı verilen ve 15 maddeden oluşan üç aşamalı bir tanı testi kullanılmıştır. CE konusunda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını tespit etmek için ise CEDT adı verilen ve 30 maddeden oluşan üç aşamalı bir tanı testi kullanılmıştır. Toplanan veriler, nicel ve nitel olarak analiz edilmiştir. RR ve CE konularında öğrencilerin çok sayıda kavram

yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. RR konusunda tespit edilen kavram yanılgılarından bazıları; “Reaksiyon hızı, reaktant sayısındaki artış hızıdır.”, “Reaksiyon hızı zamanla daha hızlı olur çünkü reaktantların konsantrasyonu zamanla artar.”, “Tersinir reaksiyonun hızı ilkönce artar, sonra sabit kalır.”, “Ürün ve reaktantların konsantrasyonu zamanla değiştiği için reaksiyon hızı da zamanla değişir.” “Katalizör, aktivasyon enerjisini arttırır.” şeklindedir. Ayrıca, RR konusundaki bazı kavram yanılgılarının CE konusundaki kavram yanılgısı üzerinde etkisinin olduğu belirlenmiştir. CE kavram yanılgısını etkileyen RR kavram yanılgıları, Spearman formülü kullanılarak, 0.39’luk bir korelasyon katsayısına sahip olduğu hesaplanmıştır. Bu değer, etkinin orta düzeyde olduğunu göstermiştir.

Literatürde var olan, kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerdeki kavram yanılgılarını belirleyen çalışmalar incelenmiş olup, aşağıda yer alan tablolarda (Tablo 2.1 – Tablo 2.7) özetlenmiştir.

Tablo 2.1: Tepkime hızı ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları.

Kavram Yanılgıları	Yazarlar
Tepkime hızı, reaktanların konsantrasyonlarının çarpımına eşittir.	Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000); Balcı (2006)
Tepkime hızı, reaktantların ürünlere dönüşme süresidir.	Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000); Balcı (2006); Bilgin (2010)
Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin ürün oluşturma sürecidir.	Balcı (2006)
Tepkime hızı, tepkimenin gerçekleşmesi için gereken süredir.	Cakmakci (2010); Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime hızı, tepkime sonunda madde oluşmasıdır.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime hızı, birim hacimdeki değişen mol sayısıdır.	Bilgin (2010)
Tepkime hızı, birim zamanda gerçekleşen reaksiyon sayısıdır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Tepkime hızı, reaktant sayısındaki artış hızıdır.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Tepkime hızı, zamanla ürün sayısındaki azalma hızıdır.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Tepkime hızı, belirli bir sıcaklık ve konsantrasyonda ürüne dönüşen madde miktarıdır.	Balcı (2006)
Tepkime hızı, sadece ürünlerin oluşma hızıdır.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime hızı, ürün derişimindeki azalmadır.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Tepkime hızı, tepkimenin derecesi ile aynı anlama gelir.	Griffiths (1994)
Tepkimeye hız birimi, tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşittir.	Bilgin (2010)
Tepkimenin hız bağıntısı, tepkimeye giren maddelerin her birinin molar derişiminin denklemindeki katsayısıyla çarpılması ile elde edilir.	Bilgin (2010)
Tepkime hızı, negatif değer olabilir.	Bilgin (2010)

Tepkimeye hızı, tepkimeye girenlerin miktarına bağlıdır ve değişme olmaz.	Sümen ve Şendur (2015)
Tüm tepkimeler aynı hızda gerçekleşir.	Balcı (2006)
Tepkime hızı, tepkime süresince sabittir.	Cakmaci, Leach ve Donnelly (2006); Şatay (2010); Sümen ve Şendur (2015)
Sürekli bir reaksiyon halinde olduğu için tepkime hızlanır.	Şatay (2010)
Tepkime hızı, zamanla artar.	Cakmakci (2010); Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime ilerledikçe tepkime hızı artar.	Cakmaci, Leach ve Donnelly (2006)
Tepkime hızı önce artar sonra sabit kalır.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime hızı, önce artar sonra azalır.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime hızı, maksimum değere kadar artar ve bu değerde sabit kalır.	Cakmaci, Leach ve Donnelly (2006)
Madde miktarı zamanla azaldığı için tepkime hızı da zamanla azalır.	Şatay (2010)
Tepkime başladığında hızlıdır daha sonra girenlerin miktarı azaldıkça hız biraz azalır ve sabit kalır.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime uzun sürmediği için başlangıçta tepkime hızı yüksektir, daha sonra azalır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Başlangıçta tepkime hızı yüksektir. Daha sonra, tepkime hızı süre ile ters orantılı olarak azalır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Tepkime hızı sabittir çünkü konsantrasyon ve sıcaklık artışı meydana gelmemiştir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Tepkime derecesi ne kadar yüksekse, tepkime o kadar hızlı gerçekleşir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Sıfırıncı dereceli tepkime, tepkime olmadığı anlamına gelir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Entalpi tepkime hızı belirlemez.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
k değeri bilinen tepkimenin hızı tahmin edilemez çünkü ΔH değeri bilinmemektedir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
k değeri bilinen tepkimenin hızı tahmin edilemez çünkü maddelerin her birinin sırası ve her bir maddenin derişimi bilinmemektedir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Çevresel faktörlere göre hız farklılık gösterir.	Sümen ve Şendur (2015)

Tablo 2.2: Aktivasyon enerji ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları.

Kavram Yanlışları	Yazarlar
Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin kinetik enerjisidir.	Sümen ve Şendur (2015)
Aktivasyon enerjisi, reaktant moleküllerin kinetik enerjisidir.	Cakmakci (2010)
Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisidir.	Sümen ve Şendur (2015)
Aktivasyon enerjisi, tepkimedeki toplam enerji miktarıdır.	Sümen ve Şendur (2015)
Aktivasyon enerjisi, bir tepkimede açığa çıkan (toplam) enerji miktarıdır.	Cakmakci (2010)
Aktivasyon enerjisi (E_a) entalpi'ye eşittir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için reaktantın sahip olması gereken minimum enerjidir.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli olan sıcaklıktır.	Sümen ve Şendur (2015)
Sıcaklık artışı aktivasyon enerjisini artırır.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Sıcaklık artışı aktivasyon enerjisini etkileyebilir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)

Tablo 2.3: Tepkime hızı-aktivasyon enerjisi ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları.

Kavram Yanlışları	Yazarlar
Aktivasyon enerjisi bir tepkimenin hızını etkilemez.	Balcı (2006)
Aktivasyon enerjisi fazla olan tepkime hızlıdır.	Sümen ve Şendur (2015)
Aktifleşme enerjisi büyük olan tepkimeler daha hızlı gerçekleşir.	Bilgin (2010)
Aktifleşme enerjisi düşük olan adım yavaş olmalıdır.	Bilgin (2010)
Aktivasyon enerjilerine göre tepkimelerin hızlarını karşılaştırmak mümkün değildir.	Sümen ve Şendur (2015)

Tablo 2.4: Tepkime hızı-derişim/basınç/hacim ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları.

Kavram Yanlışları	Yazarlar
Reaktif derişimin azalması tepkime hızını artırır.	Sümen ve Şendur (2015)
Kimyasal tepkimelerde, reaktantlardan birinin derişiminin artmasıyla tepkime hızı artar.	Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000); Balcı (2006)
Kimyasal tepkimelerde giren maddelerin derişiminin artırılması aktivasyon enerjisini azaltır. Böylece tepkime hızı artar.	Bilgin (2010)
Tepkime hızı zamanla daha hızlı olur çünkü reaktantların derişimi zamanla artar.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Ürün ve reaktantların derişimi zamanla değiştiği için tepkime hızı da zamanla değişir.	Jusniar ve diğerleri (2020)
Reaktanların başlangıç derişimindeki artış, sıfır dereceli bir tepkimenin hızını artırır/azaltır.	Cakmakci (2010)

Derişim arttıkça, tepkimenin gerçekleşme süresi artar.	Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000); Balcı (2006)
Gaz reaksiyonlarında derişim, basınç-hacim faktörleri tepkime hızını sifıra kadar etkiler.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Aynı derişime sahip reaktanların hacmi arttırılırsa tepkime hızı etkilenir.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Hacim tepkime hızını etkilemez.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)

Tablo 2.5: Tepkime hızı-sıcaklık ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları.

Kavram Yanılgıları	Yazarlar
İki tepkimenin hızları aynıdır, çünkü sıcaklıkları aynıdır.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkime hızları karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklığa sahip olan tepkime, hızlı olanıdır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Sıcaklık, moleküller arası etkileşimi değiştirerek tepkime hızında değişiklik yapar.	Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000)
Sıcaklık artışı, tepkime hızını belli bir değere kadar arttırır.	Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın (2000)
Sıcaklık arttırıldığın herhangi bir tepkimenin hızı da artar.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Sıcaklığın arttırılması tepkimeyi hızlandırır ancak daha çok ısıtırsak tepkime yavaşlar.	Sümen ve Şendur (2015)
Sıcaklık artışı ekzotermik tepkimelerin hızını etkilemez.	Cakmakci (2010)
Sıcaklık artışı ekzotermik tepkimelerin hızını azaltır.	Cakmakci (2010); Balcı (2006); Sümen ve Şendur (2015)
Sıcaklık artışı sadece endotermik tepkimelerin hızını arttırır.	Balcı (2006)
Başlangıçta iki tepkimenin hızları aynıdır, fakat ekzotermik tepkime ısı verdiği için yavaşlar, endotermik tepkime ise ısı aldığı için hızlanır.	Sümen ve Şendur (2015)
Isı gerekemediği için ekzotermik tepkime daha hızlıdır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Isı pozitif ($\Delta H = +$) olduğundan endotermik tepkime hızlıdır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Ekzotermik tepkime daha hızlıdır.	Cakmakci (2010); Sümen ve Şendur (2015)
Endotermik tepkime daha hızlıdır.	Cakmakci (2010); Sümen ve Şendur (2015); Suwandy ve Irhasyuarna (2017)

Tablo 2.6: Tepkime hızı-katalizör ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları.

Kavram Yanılgıları	Yazarlar
Katalizör, tepkimeye girip değişerek çıkan maddedir.	Bilgin (2010)
Katalizör kullanıldığında farklı ürün oluşur.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör, oluşan ürün miktarını artırır.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör, oluşan ürün miktarını azaltır.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör, ürünlerin verimini artırır.	Cakmakci (2010)
Katalizör miktarı arttırılırsa tepkime hızı artar.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör miktarı arttırılırsa tepkime hızı azalır.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör tepkimeye girmez.	Balcı (2006)
Katalizör, ΔH değeri daha yüksek olan tepkimenin hızını etkiler.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Katalizörün, tepkime hızına etkisi yoktur.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör, tepkimenin hızını azaltmaz.	Balcı (2006)
Katalizör, tepkime hızını azaltır.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizörler tepkime hızını hızlandırır.	Suwandy ve Irhasyuarna (2017)
Katalizör tepkime hızını artırır çünkü tepkimenin başında bulunarak tepkimeye girer.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör tepkime hızını artırır çünkü tepkimenin oluşması için uygun ortam sağlar.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör, moleküllerin ortalama kinetik enerjisini artırır.	Bilgin (2010)
Katalizör ilavesi aktivasyon enerjisini etkilemez.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör ilavesi aktivasyon enerjisini artırır.	Sümen ve Şendur (2015); Suwandy ve Irhasyuarna (2017); Jusniar ve diğerleri (2020)
Katalizör, bir tepkimenin mekanizmalarını etkilemez veya değiştirmez.	Cakmakci (2010)
Katalizör, ileri ve geri aktifleşme enerjisini azalttığından tepkime ısısını azaltır.	Bilgin (2010)
Katalizör, tepkime ısısını etkiler.	Bilgin (2010)

Tablo 2.7: Tepkime hızı-tepkime mekanizması ilişkisi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları.

Kavram Yanılgıları	Yazarlar
Hızlı adım, bir tepkimenin hızını belirler.	Balcı (2006)
1. adım daha hızlıdır ve tepkime hızını belirler.	Sümen ve Şendur (2015)
Tepkimenin 1. adımı hızlı, 2. adım daha yavaş, 3. adımı ise en yavaştır çünkü her basamakta tepkime hızı daha da düşer.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör ilavesi tepkime mekanizmasını etkilemez.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör ilavesi tepkime mekanizmasını azaltır.	Sümen ve Şendur (2015)
Katalizör, tepkime mekanizmasını etkileyerek iki adımlı tepkimeyi tek adıma düşürür.	Sümen ve Şendur (2015)

2.4 Ontoloji

Ontoloji, varlık felsefesi veya varlık bilimi olarak tanımlanmaktadır. Aristoteles zamanından günümüze gelen felsefî bir kavramdır. Aristoteles'ten bu yana, her varlığın temel olarak farklı bir kategoride yer aldığı düşünülmüştür (Chi ve Slotta, 1993). Başka bir tanıma göre ontoloji (varlık bilimi), varlığın ne olduğunu inceleyen bir felsefi disiplindir. *Tüm varlıkların başlangıcı (tözü) nedir? ve Başlıca varlık kategorileri (ontolojik kategoriler) nelerdir?* sorularına yanıt aramaktadır. Kategoriler arasındaki ilişkiyi incelemektedir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, 1997; Öden Acar, 2010).

Ontoloji, varlıkların hangi kategorilerde bulunduğunu belirler. Belirleme yaparken bir varlığın ait olduğu kategorinin özelliklerine sahip olma potansiyelini göz önünde bulundurur (Chi, 1997). Bir varlık ancak bir ontolojik kategoride bulunabilir ve bulunduğu ontolojik kategorinin özelliklerini taşıması gerekir (Chi ve Roscoe, 2002).

Ontolojiye göre bir varlık üç temel kategorinin sadece birinde yer alabilir. Ontolojinin üç temel kategorisi; *madde* (matter), *süreç* (processes) ve *zihinsel durumlar* (mental states) şeklindedir. Her bir kategorinin alt kategorileri de mevcuttur (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

2.4.1 Ontolojik Kategoriler ve Alt Kategoriler

Madde Kategorisi

Madde kategorisinde yer alan varlıklar; renk, kütle, hacim, depolanabilme, biriktirilebilme gibi özelliklerden en az birine sahiptir. Madde kategorisinde yer alan varlıklara; kalem, ağaç, kapı vb. örnekler verilebilir. Madde kategorisi iki gruba ayrılır. Bunlar; *doğal türler* (natural kind) ve *yapaylar* (artifacts) şeklindedir (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Chi, 1997).

Doğal türler alt kategorisi de kendi içinde ikiye ayrılır. Bunlar; *canlılar* (living) (bitkiler ve hayvanlar) ve *cansızlar* (non-living) (katılar ve sıvılar) şeklindedir. Bitkiler (solan, örneğin; çiçek), hayvanlar (uyuyan, acıkan, örneğin; ayı), katılar (parıldayan, örneğin; altın, elmas) ve sıvılar (akan, sızan, biriken, örneğin; süt, su) doğal türler alt kategorisi içinde yer alır. Yapaylar alt kategorisinde yer alan varlıklar (örneğin; lamba) ise “kırılan”, “onarılan” gibi özelliklerin birine sahiptir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Süreç Kategorisi

Bu kategori, bir zaman periyoduna yayılmış durumlarda kullanılan kavramları (örneğin; elektrik akımı, ısı, kimyasal bağ, sağanak yağış, teneffüs) içerir. “Bir saat boyunca”, “dün olan” gibi ifadeler bir zaman periyodunu belirtir. Örneğin, “on dakika süren fırtına” denildiğinde fırtınanın bir zaman periyoduna yayıldığını anlaşılmaktadır (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994). Bu kategoride yer alan kavramlara biyoloji, fizik ve kimyada sıkça karşılaşılır (Chi, 1997). Ayrıca tatil, okuma, yazma gibi kavramlar da bu kategori içerisinde yer alır (Johnston ve Southerland, 2000).

Süreç kategorisi üçe ayrılır. Bunlar; *prosedür* (yöntem) (procedure), *olay* (event) ve *sınırlı etkileşimler* (constraint-based interaction) şeklindedir. Prosedür (yöntem) alt kategorisinde yer alan varlıklar; “yapılabilen”, “uygulanan” ve “bir sırası olan (veya sıralı olan)” gibi özelliklerden en az birine sahiptir. “Yemek tarifi” ve “ayakkabı denemek” örnek olarak verilebilir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Olay alt kategorisinde yer alan varlıklar; “sebebi olan”, “başlangıcı ve bitişi olan” gibi özelliklerinden en az birine sahiptir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994). “Sarılma”, “öpücük”, “maç”, “çözünme” ve “erime” örnek olarak verilebilir (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Öden Acar, 2010). Olay alt kategorisi de kendi içinde ikiye ayrılır. Bunlar; *kasıtlı* (intentional) (amacı olan, örneğin; kavga) ve *rastgele* (random) (örneğin; zar atma, para atma, mutasyon) şeklindedir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alan varlıklar; “nedeni olmayan”, “başlangıcı ve sonu olmayan”, “devamlı olan”, “dengede olan”, “eşzamanlı olan” gibi özelliklerden en az birine sahiptir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994). Devrenin tamamlanması için anahtarın kapatılması örnek olarak verilebilir. Bu örnekte olduğu gibi, sürecin başlaması için kesinlikle bir etkiye (dış etkiye ya da kasıtlı yapılan iç etkiye) ihtiyaç vardır (Chi ve Slotta, 1993). Isı, ışık, kuvvet, difüzyon gibi kavramlar sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alır (Özalp, 2008). Örneğin, elektrik akımı, elektriksel olarak yüklü olan parçacıkların elektrik alan etkisi altında hareketi sonucu oluşur. Elektrik alan ile yüklü parçacık arasında bir etkileşim mevcuttur (Reiner ve diğerleri, 2000).

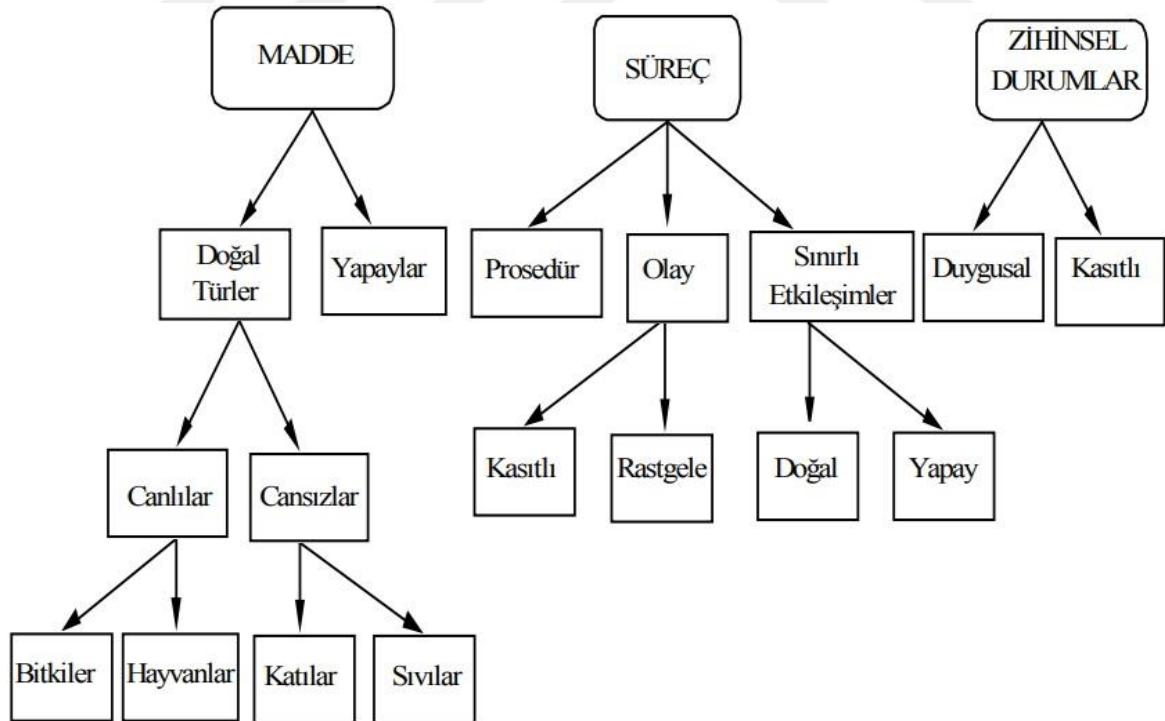
Sınırlı etkileşimler alt kategorisi de kendi içinde ikiye ayrılır. Bunlar; *doğal* (natural) (örneğin; aydınlanma, türleşme) ve *yapay* (artificial) (örneğin; elektrik akımı) şeklindedir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Zihinsel Durumlar Kategorisi

Bu kategori, zihinsel olarak dış dünyaya ilişkin algılarımızla oluşturduğumuz soyut kavramları (örneğin; rüya, hayal) içerir. Zihinsel durumlar kategorisinde yer alan varlıklar; “doğru olan”, “x hakkında” gibi özelliklerden en az birine sahiptir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Zihinsel durumlar kategorisi ikiye ayrılır. Bunlar; *duygusal* (emotional) (örneğin; korku, aşk, nefret) ve *kasıtlı* (intentional) (örneğin; istek) şeklindedir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Chi, Slotta ve Leeuw (1994) tarafından önerilen ontolojik kategoriler ve alt kategoriler, Şekil 2.1’de verilmiştir. Şeklin orijinali ise Ek A’da yer almaktadır.



Şekil 2.1: Ontolojik kategoriler ve alt kategoriler.

[Şeklin orijinal başlığı: Dünyadaki varlıklar hakkındaki kavrayışlarımızın doğasının epistemolojik bir varsayımı (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994, s.29)].

Yanal ontolojik kategori, üst ontolojik kategori veya üst çapraz ontolojik kategori gibi kavramlar da literatürde mevcuttur (Sarı, 2014; Topalsan Kınık, 2015; Sarı ve Bayram, 2018). Örneğin, “olay” alt kategorisinin yanalı, “prosedür” veya “sınırlı etkileşimler” alt kategorileridir. “Olay” alt kategorisinin üst kategorisi ise “Süreç” ontolojik kategorisidir. “Hayvanlar” alt kategorisinin üst çaprazı ise “Cansızlar” alt kategorisidir.

2.4.2 Ontolojik Kategorilerin Birbiriyle Karşılaştırılması

Ontolojik bir kategorinin özelliği başka bir kategoriye etkilemez. Bu nedenle, iki ontolojik kategori birbiriyle aynı değildir (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Madde Kategorisiyle Sınırlı Etkileşimler Alt Kategorisinin Karşılaştırılması

Madde kategorisinde bulunan varlıklar maddesel özelliklere (renk, kütle, hacim vb.) sahiptir. Fakat sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alan varlıklar maddesel özellikleri taşımazlar. Sınırlı etkileşimler alt kategorisinde bulunan kavramların ontolojik özellikleri; “nedeni olmayan”, “başlangıç ve sonu olmayan”, “devamlı olan”, “dengede olan”, “eşzamanlı olan” şeklinde sıralanabilir (Chi ve Slotta 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994). Örneğin, *akım elektriksel olarak şarj edilmiş taneciklerin hareketiyle oluşur*, bu yüzden elektrik akımı sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alır, kütle ve hacim gibi maddesel özellikler taşımaz. Bundan dolayı, elektrik akımı madde kategorisinde yer almaz (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Olay ve Sınırlı Etkileşimler Alt Kategorilerinin Karşılaştırılması

Olay alt kategorisinin özellikleri; (i) açıklanabilir bir amaca sahiptir (örneğin; maçı kazanma), (ii) bir olay, eylem durduğu zaman son bulur. Olay alt kategorisinde yer alan her şeyin bir nedeni, bir başlangıcı ve sonu vardır. Örneğin, bir basketbol oyunu olay alt kategorisinde yer alır çünkü oyunun bir başlangıç ve bitiş zamanı yani başı ve sonu vardır. Sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alan kavramların; nedeni, başlangıcı ve sonu yoktur. Yani her yerde aynı anda olabilirler. Örneğin; ışık, akım, elektrik gibi kavramların bir başlangıcı ve sonu yoktur (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

2.4.3 Bazı Bilimsel Kavramların Anlaşılmasındaki Güçlük Nedeni

Öğrenciler bazı bilimsel kavramları anlamada güçlük çekmektedir. Bunun nedenlerinden biri, kavramı ait olmadığı ontolojik kategoriye yerleştirmelerinden kaynaklanmaktadır (Johnson ve Southerland, 2000). Örneğin kuvvet kavramı, süreç kategorisinin sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alması gerekirken, öğrenci bu kavramı madde kategorisine

yerleştirirse, kuvvet kavramını öğrenmesi zorlaşır. Şayet öğrenci, söz konusu kavramı süreç kategorisine yerleştirebilirse, o zaman kavramı öğrenmiş olur. Elektrik akımı kavramı için de böyle bir durum söz konusudur. Elektrik akımı kavramı, akma şeklinde ifade edildiğinde öğrenci bu kavramı madde kategorisinin sıvılar alt kategorisine yerleştirir. Bu durumda öğrenci, elektrik akımına kütle, hacim gibi madde kategorisine ait özellikler (maddesel özellikler) yüklemiş olur (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

Chi (1997) sınırlı etkileşimler alt kategorisinde bulunan kavramların öğrenciler tarafından öğrenilmesinde yaşanan güçlüklerin nedenlerini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

- Sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alan kavramların daha önceden öğrencinin zihninde madde kategorisine ya da olay alt kategorisine yanlış olarak yerleştirilmesi.
- Kavramların yanlış kategorize edilmesinden ötürü öğrencilerin bu yanlışlığı düzeltmek için ontolojik bir geçişin yapılması gerektiğinin farkında olmamaları.
- Öğrencilerin sınırlı etkileşimler alt kategorisinde yer alan kavramlara alışkın olmamaları (yani bu kavramların olduğu şemaların öğrencilerin zihinlerinde olmaması).

Buna karşılık, öğrencilerin zihninde en kolay kavramsallaştırdıkları kavramlar, madde kategorisinde yer alanlardır çünkü madde kategorisinde yer alan kavramların ontolojik özellikleri (kütle, hacim, renk vb.) ile öğrenciler daha kolay etkileşimde bulunabilirler (Johnson ve Southerland, 2000).

2.4.4 Kavram Yanılgılarının Ontolojik Nedenleri

Her bir kavram bir ontolojik kategoriye aittir. Örneğin, kedi kavramı *madde* kategorisine, fırtına kavramı *süreç* kategorisine ya da düşünce kavramı *zihinsel durumlar* kategorisine aittir (Chi, 1992). Bir kavram bir kategoriye atandığı zaman o kategorinin özelliklerini alır. Bu sebeple kavramın doğru kategoriye atanması önemlidir (Chi, 2007).

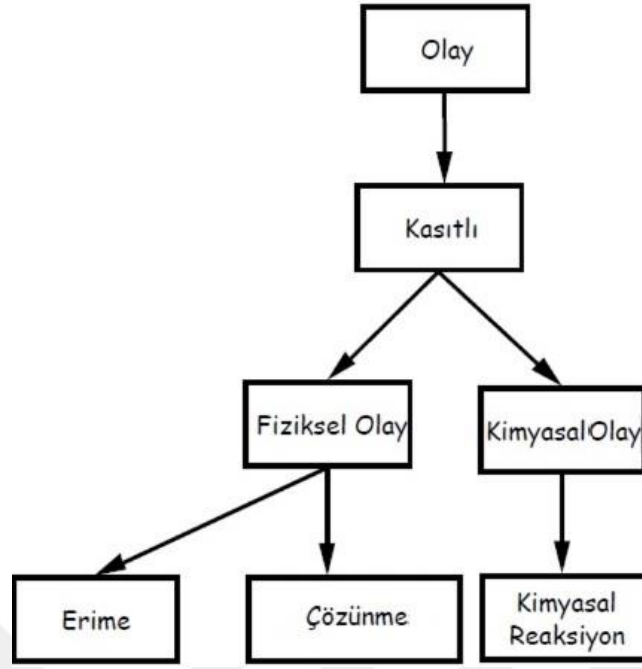
Öğrenci yeni bir kavramla karşılaştığında, bu kavramı kendi için uygun olan bir ontolojik kategoriye alır. Bir kavram ancak diğer kavramlarla ilişkilendirilerek kategorize edilebilir ve o zaman anlam kazanır. Bu sebeple, kavramın öğrencin zihninde oluşan anlamı, kavramın ontolojik özelliklerinden etkilenir (Johnston ve Southerland, 2000).

Bir kavram yanlış kategorize edilirse yani yanlış ontolojik kategoriye yerleştirilirse kavram yanlışlığı meydana gelir. Buradan çıkan sonuç ise kavram olması gereken kategoride değilse kavram yanlışlığı oluşur (Johnston ve Southerland, 2000; Chi ve Roscoe, 2002).

2.5 Kimya Eğitiminde Tespit Edilen Bazı Kavram Yanlışlarının Ontolojik Açısından İncelenmesi

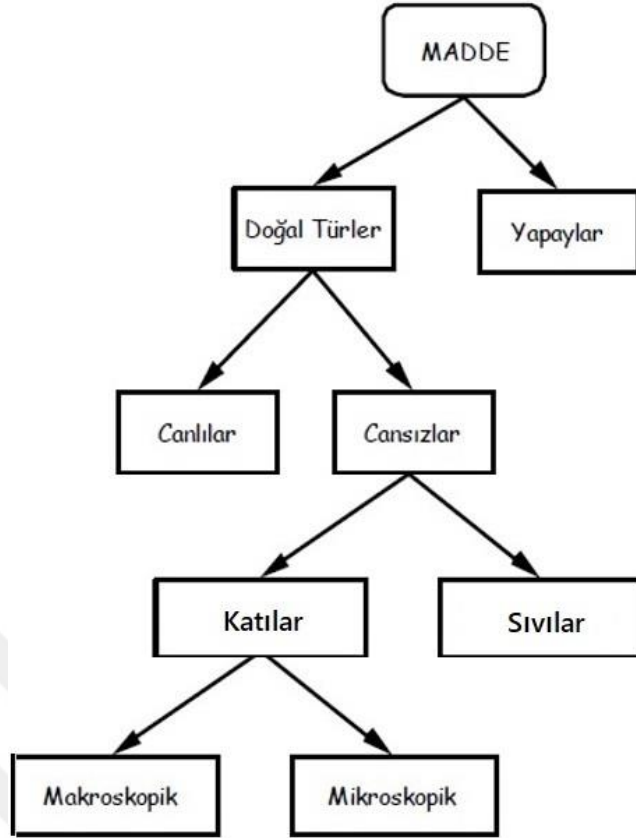
Literatürde belirtildiği üzere öğrenciler çözünme kavramı ile erime kavramını birbirine karıştırırlar (Şen ve Yılmaz, 2012). Her iki kavram da ontolojik açıdan *olay* alt kategorisinde bulunur ancak bu kavramlar olay alt kategorisinin farklı alt kategorilerinde yer alır. Yani olay alt kategorisi; çözünme ve erime şeklinde ikiye ayrılır (Şekil 2.2’ye bakınız). Örneğin, öğrenci “şeker çözündüğünde katı halden sıvı hale geçer (yani erir)” şeklinde bir düşünceye sahip olabilir. Öğrenci bu düşüncesiyle, bu olayı çözünme kategorisine alması gerekirken erime kategorisine yerleştirmiştir. Bu yanlış kategorize etme “madde (şeker) çözündüğü sırada erir” şeklinde bir kavram yanlışlığına neden olur (Özalp, 2008).

Çözünme ve kimyasal tepkime kavramlarının her ikisi de *olay* alt kategorisinde bulunur ancak bu kavramlar olay alt kategorisinin farklı alt kategorilerinde yer alır. Yani olay alt kategorisi; fiziksel olay ve kimyasal olay şeklinde ikiye ayrılır (Şekil 2.2’ye bakınız). Çözünme kavramı fiziksel olay alt kategorisinde yer alırken kimyasal tepkime kavramı kimyasal olay alt kategorisinde yer alır. Çözünme kavramı ile ilgili diğer bir kavram yanlışlığı da “şeker suda çözününce su ile kimyasal bir tepkimeye girer” şeklindedir. Öğrenci çözünme kavramını fiziksel olay alt kategorisine alması gerekirken kimyasal olay alt kategorisine yerleştirmiştir. Böylece, çözünme kavramı yanlış kategorize edilerek kavram yanlışlığına sebep olmuştur (Özalp, 2008).



Şekil 2.2: Çözünme kavramının yer aldığı ontolojik kategoriler ve alt kategoriler (Özalp, 2008, s.36)

Buz ve tanecik kavramlarının her ikisi de *madde* kategorisinin katılar alt kategorisinde bulunur ancak bu kavramlar katılar alt kategorisinin farklı alt kategorilerinde yer alır. Yani katılar alt kategorisi; makroskobik madde ve mikroskobik madde şeklinde ikiye ayrılır (Şekil 2.3’e bakınız). Buz kavramı makroskobik madde alt kategorisinde yer alırken, tanecik kavramı ise mikroskobik madde alt kategorisinde yer alır. Örneğin, bazı öğrenciler “buz erirken onun tanecikleri de erir” şeklinde kavram yanlışlığına sahiptir (Boz, 2006). Öğrenciler tanecik kavramını mikroskobik madde alt kategorisine alması gerekirken, “tanecikleri de erir” şeklinde ifade ederek makroskobik madde alt kategorisine yerleştirmiştir, çünkü “erime” makroskobik maddelerin bir özelliğidir. Öğrencilerin tanecik kavramını yanlış kategorize etmesi kavram yanlışlığına neden olmuştur (Özalp, 2008).



Şekil 2.3: Madde ontolojik kategorisi ve alt kategorileri.

Atom kavramı ile ilgili olarak bazı öğrenciler “atomlar canlıdır” şeklinde bir kavram yanlışlığına sahiptir (Griffiths ve Preston, 1992). Öğrenciler atom kavramını madde kategorisinin *cansızlar* alt kategorisine almaları gerekirken *canlılar* alt kategorisine yerleştirmişlerdir. Bu durum, atom kavramı ile ilgili kavram yanlışlığına yol açmıştır (Özalp, 2008). Atom kavramı ile ilgili diğer bir kavram yanlışlığı da “atomlar mikroplar gibi çok küçüktür” şeklindedir. Burada öğrenciler atomları mikroplara benzeterek, onların canlı olduğunu düşünmüşlerdir. Bu düşünce ile öğrenciler atom kavramını madde kategorisinin *cansızlar* alt kategorisine almaları gerekirken *canlılar* alt kategorisine yerleştirmişlerdir. Bu durum, atom kavramı ile ilgili kavram yanlışlığına sebep olmuştur (Özalp, 2008).

Okul ortamında ısı kavramı öğretilirken öğretmenler “ısının bir yerden başka bir yere aktığını” ifade ederler. Bu ifade bir fizikçi için enerji değişimi anlamına gelir ve böylece ısı kavramı *süreç* kategorisi içerisinde yer alır. Ancak, “ısının akması” ifadesini öğrenciler farklı anlayabilir çünkü “akma özelliği” sıvı halde bulunan maddelere ait bir özelliktir. Bu yüzden, öğrenciler *süreç* kategorisinde yer alması gereken ısı kavramını *madde* kategorisine

yerleştirebilirler. Bu yanlış kategorize etmeden dolayı, ısının maddesel özellikler taşıması ile ilgili kavram yanlışları ortaya çıkabilir (Johnston ve Southerland, 2000).

Son olarak, kimyasal bağ kavramı “tanecikler arasında oluşan bir çekim kuvvetidir” şeklinde tanımlanmaktadır. Bir tür kuvvet olduğu için kimyasal bağ kavramı *süreç* kategorisi içerisinde bulunur. Ancak, bazı öğrenciler kimyasal bağ kavramının *madde* kategorisinde yer aldığını düşünebilirler. Çünkü, “bağ” kelimesini göz önünde bulundurarak onu maddeselleştirebilirler. Ayrıca, “bağların kırılacağı” ifadesinden yola çıkarak kimyasal bağ kavramına maddesel özellik kazandırabilirler. Bu durumda, *süreç* kategorisinde yer alması gereken kimyasal bağ kavramını öğrenciler *madde* kategorisine yerleştirerek bir yanılgıya sahip olurlar (Özalp, 2008).

2.6 Ontoloji Temelinde Kavram Yanılgılarını İnceleyen Araştırmalar

Soman (2000) “Kimyada Ontolojik Sınıflandırma” isimli bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacı, öğrencilere 24 kimya kavramı vermiş ve bu kavramların hangi kategorilerde bulunduklarını sormuştur. Araştırma sonunda, bazı öğrencilerin metandaki ve sodyum klorürdeki kimyasal bağı *süreç* kategorisine almaları gerekirken, *madde* kategorisine aldıkları görülmüştür. Ayrıca, bazı öğrencilerin mol ve kilogram kavramlarının *madde* kategorisinde yer aldığını düşündükleri belirlenmiştir.

Özalp (2008) ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarını ontoloji temelinde incelemiştir. Araştırmacı tarafından 15 tanesi iki aşamalı olmak üzere 25 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test, veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Testin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,78 olarak hesaplanmıştır. Test, 2007-2008 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde, 6-11 arasında sınıflarda okuyan rastgele seçilmiş toplam 696 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonunda, örnekleme oluşturan öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının *madde* ve *süreç* kategorilerinde yer aldığı tespit edilmiştir. En fazla kavram yanlışının mikroskobik tanecik kategorisi ile makroskobik madde kategorisi arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu tür kavram yanlışlarının, makroskobik maddelerin özelliklerinin mikroskobik taneciklere aktarılmasıyla oluştuğu tespit edilmiştir. Süreç kategorisinde ise en fazla kavram yanlışısı fiziksel olay-kimyasal olay alt kategorileri arasında görülmüştür.

Öden Acar (2010) öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarını ontolojik açıdan incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, Gazi Üniversitesi Fizik Eğitimi programında öğrenim gören 12 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmada 4 adet Tahmin Et-Gözle-Açıkla etkinliği yapılmıştır. Bu 4 etkinlikte yer alan deneyler, her bir öğrenci ile birebir yapılmıştır. Deney süresince öğrencilerin bilgisi dahilinde kamera kaydı yapılmıştır. Etkinlikler sürecinde gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerin video kayıtları yazıya dökülmüş ve içerik analizi yapılmıştır. Araştırma sonunda, indüksiyon akımı, indüksiyon emk'sı, manyetik alan ve manyetik akı kavramlarını bazı öğretmen adayları *madde* kategorisine, bazıları ise *sınırlı etkileşimler* (süreç) kategorisine yerleştirdikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının madde kategorisine yerleştirdikleri kavramlar ile ilgili açıklamaları, bilimsel açıklamalardan uzak olduğu tespit edilmiştir. Sınırlı etkileşimler alt kategorisine yerleştirdikleri kavramlar ile ilgili açıklamalarının bazıları ise bilimsel olarak doğru ifade edildiği belirlenmiştir.

Şen ve Yılmaz (2012) öğrencilerin erime ve çözünme konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek ve bu kavram yanlışlarını ontolojik açıdan incelemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Ayrıca, erime ve çözünme konusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları bilimsel düşünme düzeylerine göre karşılaştırmışlardır. Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Eğitimi programında öğrenim gören ve Genel Kimya dersini almış toplam 25 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak, beş açık uçlu sorudan oluşan bir test ve “Bilimsel Düşünme Yetenekleri Testi” kullanılmıştır. Araştırma sonunda, öğrencilerin erime ve çözünme konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin *madde* kategorisinin mikroskobik tanecik ile makroskobik madde alt kategorileri arasında yaptıkları yanlış yerleştirmelerden dolayı kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, *süreç* kategorisinin olay alt kategorisinde yer alan erime ve çözünme alt kategorilerinin öğrenciler tarafından birbiriyle karıştırıldığı tespit edilmiştir.

Kabapınar (2013) kimyasal bağ kavramına ilişkin 11. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını ontoloji temelinde incelemiştir. Kimyasal bağ ve özellikleri konusunda açık uçlu kavramsal sorulardan oluşan bir test, 404 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının altında yatan nedenleri ortaya çıkarmak amacıyla bazı öğrenciler ile görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin kimyasal bağ kavramına ilişkin yanlışları olduğunu göstermiştir. Öğrenciler kimyasal bağın kütlesi ve

hacmi olduğunu ifade ederek, *süreç* kategorisinde yer alması gereken kimyasal bağ kavramını *madde* kategorisine yerleştirmişlerdir. Ontolojik açıdan bu yanlış yerleştirme, enerji kavramı için de yapılmıştır. Öğrenciler arasında enerjinin bir madde olduğu ve kütesinin bulunduğu yanlışlığının yaygın olduğu belirlenmiştir. Bu yanlış, kimyasal bağın kütesinin olduğu konusunda öğrencileri yönlendirdiğini ortaya çıkarmıştır.

Sarı (2014) “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” konusu ile ilgili ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinde bulunan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak ve bu yanlışları kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretim ve bilgisayar destekli öğretim kullanarak gidermek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Ayrıca, çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi ve kavram yanlışlarının giderilmesinde hangi öğretim yönteminin daha etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini İstanbul’daki bir özel okulun 3 ayrı sınıfında öğrenim gören toplam 55 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü bu üç ayrı örneklem grubunda, birbirinden farklı öğretim yapılmıştır. Deney I grubunda çeşitli animasyonların, videoların, sanal deneylerin, dijital hikayelerin ve sunumların kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemi kullanılmıştır. Deney II grubunda öğretim sürecinin farklı bölümlerinde kavram haritaları kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise soru-cevap ve düz anlatımdan oluşan geleneksel öğretim uygulanmıştır. Öğretimden önce ve sonra tüm gruplara “Maddenin Yapısı ve Özellikleri Kavram Testi” uygulanmıştır. Araştırma sonunda, kavramların yanal ontolojik kategorilere ve üst çapraz ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Bilgisayar destekli öğretimin, kavramların yanal ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlarını giderme en etkili olduğu, geleneksel öğretimin ise en az etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, üst çapraz ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilen kavram yanlışlarını giderme yine en etkili bilgisayar destekli öğretimin olduğu, kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretimin ise en az etkili olduğu tespit edilmiştir.

Topalsan Kınık (2015) “Kuvvet ve Hareket” konusunda öğretmen adaylarında bulunan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak, tespit edilen yanlışları ontolojik açıdan incelemek ve argüman ortamları ile gidermek amacı ile bir araştırma yürütmüştür. Araştırma deseni olarak, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında İstanbul İlinde bir Vakıf Üniversitesinin

Sınıf Öğretmenliği programında öğrenim gören 70 öğretmen adayı oluşturmuştur. Deney ve kontrol grubu olmak üzere, her birinde 35 öğretmen adayı olacak şekilde iki grup oluşturulmuştur. Deney grubunda “Kuvvet ve Hareket” konusu argümantasyona dayalı öğretimle işlenirken, kontrol grubunda ise geleneksel öğretimle işlenmiştir. Veri toplama aracı olarak, “Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi”, “Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi” ve “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” kullanılmıştır. Testler öğretimden önce ve sonra olmak üzere her iki gruba uygulanmıştır. Araştırma sonunda, deney grubu ile kontrol grubu arasında, bilimsel süreç becerileri açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca, deney grubu ile kontrol grubu arasında, akademik başarı ve kavram öğrenme düzeyleri açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Ontoloji temelinde yapılan analizler sonucunda ise deney grubundaki öğrencilerde, öğretimden önce üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 301 kavram yanlışlığı ve ayrıca yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 150 kavram yanlışlığı belirlenmiştir. Argümantasyona dayalı öğretim ile üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 301 kavram yanlışlığının 252’si (%84) giderilmiştir. Yanal kategoriye yerleştirilen 150 kavram yanlışlığının ise 128’i (%85) giderilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerde, öğretimden önce üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 318 kavram yanlışlığı ve ayrıca yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 131 kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Geleneksel öğretim ile üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 318 kavram yanlışlığının 122’si (%38) giderilmiştir. Yanal kategoriye yerleştirilen 131 kavram yanlışlığının ise 59’u (%45) giderilmiştir. Bu bulgular, geleneksel öğretime kıyasla argüman dayalı öğretimin kavram yanlışlıklarını gidermede daha başarılı olduğu ortaya koymuştur. Ayrıca, geleneksel öğretimin yapıldığı öğrencilerde 31 yeni kavram yanlışlığı belirlenmiştir.

Sarı ve Bayram (2018) maddenin yapısı ve özellikleri konusunda 7. sınıf öğrencilerinde var olan kavram yanlışlıklarını ontoloji temelinde incelemişlerdir. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen ve 20 sorudan oluşan iki aşamalı bir kavram testi kullanılmıştır. Testin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,82 olarak hesaplanmıştır. Kavram testi özel bir ilköğretim okulunda öğrenim gören 55 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonunda, 223’ü üst çapraz ontolojik kategorilere, 415’i de yanal ontolojik kategorilere yanlış yerleştirmeden kaynaklanan toplamda 638 kavram yanlışlığı belirlenmiştir.

Diyarbakir (2020) ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin “Kuvvet ve Hareket” konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek, bu kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmek ve animasyon destekli öğretim yönteminin kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Araştırma, 2015-2016 eğitim-öğretim yılı içerisinde İstanbul’daki bir ortaokulda öğrenim gören toplam 52 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Öğrenciler kontrol grubu ve deney grubu olmak üzere iki grup ayrılmıştır. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılırken, deney grubunda ise animasyon destekli öğretim gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak, öğrencilerin bilgilerini ölçmek için “Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi” ve öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek için “Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi” kullanılmıştır. Akademik başarı testi 43 çoktan seçmeli sorudan, kavram testi ise iki aşamalı 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmuştur. Her iki test, kontrol ve deney gruplara ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, nicel ve nitel yöntemlere göre analiz edilmiştir. Nicel analiz sonucunda, deney grubu ile kontrol grubu arasında akademik başarı ve kavram öğrenme düzeyleri açısından, deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Nitel analiz sonucunda, kontrol grubunda belirlenen 500 kavram yanlışının 71’inin *madde* kategorisine, 423’ünün ise *süreç* kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Deney grubunda belirlenen 485 kavram yanlışının 69’unun *madde* kategorisine, 409’unun ise *süreç* kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Her iki grupta belirlenen kavram yanlışlarının büyük çoğunluğunun *süreç* kategorisinin alt kategorilerine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin *madde* kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının %27’si, *süreç* kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının ise %18’i yapılan geleneksel öğretim ile giderilmiştir. Deney grubunda ise öğrencilerinin *madde* kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının %30’u, *süreç* kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının ise %33’ü animasyon destekli öğretim ile giderilmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin *madde* kategorisine yerleştirdikleri kavram yanlışlarını gidermede geleneksel öğretimin etkili olabildiği, *süreç* kategorisine yerleştirdikleri kavram yanlışlarını gidermede ise animasyon destekli öğretimin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırma modeli, örneklem, veri toplama aracı, veri toplama süreci ve verilerin analizi konularında bilgi verilmiştir.

3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırmada, kimyasal tepkimelerde hız konusunda 11. sınıf öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi amaçlanmaktadır. Var olan bir durumu araştırmaya yönelik olması nedeniyle, bu araştırmada betimsel araştırma modellerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, geçmişteki ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içerisinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılmaktadır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme ve etkileme çabası gösterilmez. Tarama modeli, çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup, örnek ya da örneklem üzerinde yapılan tarama düzenlemeleridir (Karasar, 2008).

3.2 Örneklem

Çalışmanın örneklemini; 2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Kütahya il merkezinde bulunan 3 devlet lisesinin ve Tavşanlı ilçe merkezinde bulunan 4 devlet lisesinin 11. sınıfında öğrenim gören toplam 416 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem ile ilgili detaylı bilgi Tablo 3.1’de verilmektedir.

Tablo 3.1: Çalışmanın örneklemini.

Okullar	Örneklem
Kütahya Necip Fazıl Kısakürek Anadolu Lisesi	70
Kütahya Fatih Anadolu Lisesi	55
Kütahya Lisesi	33
Tavşanlı Anadolu Öğretmen Lisesi	78
Tavşanlı 15 Temmuz Şehitler Fen Lisesi	78
Tavşanlı Borsa İstanbul Anadolu Lisesi	73
Tavşanlı Atatürk Anadolu Lisesi	29
Toplam: 7 Devlet Lisesi	Toplam: 416

3.3 Veri Toplama Aracı

Çalışmada kimyasal tepkimelerde hız konusunda 11. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesini amaçlanmıştır. Bunun için ilk olarak, 2021-2022 eğitim-öğretim yılına ait ortaöğretim 11. sınıf kimya öğretim programı (MEB, 2018) ve örnekleme oluşturan öğrencilerin kimya ders kitabı (Güray, 2019; Tunç, 2019) incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda, kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğretim programında yer alan kazanımlar ve ders kitabındaki kimya içerik bilgisi hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Sonra, literatürde kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerde var olan kavram yanlışları (Griffiths, 1994; Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın, 2000; Balcı, 2006; Bilgin, 2010; Sümen ve Şendur, 2015) incelenmiştir.

Gerek öğretim programından gerekse öğrenci ders kitabından yola çıkarak, konu ile ilgili literatürde bildirilmiş kavram yanlışlarından uygun olanları seçilmiştir. Seçilen kavram yanlışlarının sayısı 44'tür. Bu kavram yanlışları, her biri bir madde olacak şekilde bir tablo içerisine yerleştirilmiştir. Testteki maddelerin uygunluğu açısından, incelenmek üzere Balıkesir Üniversitesi Kimya Eğitim programında görev yapan iki öğretim üyesine test gönderilmiştir. Uzmanlar, testte yer alan bazı maddelerin birbirine benzediği (içeriklerinin aynı olduğunu, yani aynı şeyi ifade ettiğini), maddelerin tablodaki sıralaması, testteki maddelerin hepsinin kavram yanlışlığı olduğu, bilimsel olarak doğru olacak bazı ifadeler tablodaki yer verilmesi gerektiği, bu bilimsel ifadelerin tablodaki yer alan maddelerin arasına serpiştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Uzmanların belirttiği benzer maddelerden sadece biri bırakılarak diğerleri testten çıkarılmıştır. Ayrıca, testte yer alan kavram yanlışları ile bütünlük oluşturacak şekilde öğrencinin ders kitabında yer alan 12 adet bilimsel olarak doğru bilgi, tabloya her biri bir madde olacak şekilde eklenmiştir. Uzmanların diğer önerileri de göz önüne alınarak test tekrar düzenlenmiş ve tekrar aynı iki uzmana gönderilmiştir. Uzmanların önerdikleri küçük düzeltmeler dikkate alınarak test yeniden düzenlenmiştir.

Daha sonra, testte yer alan maddelerin dil açısından uygunluğunun incelenmesi için aynı üniversitenin Türkçe Öğretmenliği programında görev yapan bir öğretim üyesine, test gönderilmiştir. Yapılan öneriler doğrultusunda dil açısından gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda, doğru-yanlış biçiminde 35 maddeden oluşan “Kimyasal Tepkimelerde Hız Kavram Testi” oluşturulmuştur. Testte yer alan maddelerden 23'ü kavram yanlışlığı ifadesi, 12'si ise bilimsel olarak doğru ifadedir (bkz. EK B).

Kavram testinin geliştirilme sürecinde uzmanlar, testte yer alan maddelerin kimyasal tepkimelerde hız konusu ile ilgili olduğunu ve öğrencinin seviyesine uygun olduğunu bildirmişlerdir. Böylece, uzman görüşleri doğrultusunda testin geçerliği sağlanmıştır.

Testin güvenilirliğini belirlemek amacıyla 2022 Nisan ayında bu çalışmanın örnekleminde yer almayan ve Kütahya ilindeki bir devlet okulunun 11. sınıfında öğrenim gören 55 öğrenciye test uygulanmıştır. Öğrenciler tarafından testin cevaplanmasından hemen sonra ve geri bildirim formu öğrencilere verilmiştir. Form, 4 açık uçlu sorudan oluşmuştur:

1. Testte yer alan sorularda anlaşılmayan bir şey var mıydı?
2. Testte yer alan sorularda anlamını bilmediğin kelime veya kelimeler var mıydı?
3. Testte yer alan sorular senin için zor muydu?
4. Testte yer alan soruları cevaplaman için sana verilen süre yeterli miydi?

Bu pilot uygulamada öğrenciler testi 25-30 dk.'da cevapladılar. Öğrenciler, testi cevaplamak için verilen sürenin yeterli olduğunu ifade ettiler. Geri bildirim formunda yer alan diğer ilk üç soru ile ilgili sadece 4 öğrenci dışında eleştirel bir dönüt verilmedi.

Pilot Uygulama Kapsamında Yapılan Madde İstatistikleri

Kavram testinde yer alan 35 maddeye ait güçlük ve ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Madde istatistik analiz sonuçları.

Maddeler	Madde Güçlüğü	Madde Ayıt Ediciliği
M1	0,85	-0,28
M2	0,38	0,13
M3	0,51	0,13
M4	0,22	-0,05
M5	0,40	-0,11
M6	0,82	0,00
M7	0,75	0,08
M8	0,16	-0,01
M9	0,65	-0,08
M10	0,27	0,31
M11	0,53	0,13
M12	0,33	0,20
M13	0,71	-0,15
M14	0,65	0,17
M15	0,47	0,03
M16	0,53	-0,09
M17	0,45	-0,08
M18	0,04	-0,01
M19	0,87	0,08
M20	0,53	-0,07
M21	0,47	0,24
M22	0,53	0,15
M23	0,33	-0,02
M24	0,51	-0,01
M25	0,60	-0,13
M26	0,62	-0,15
M27	0,62	0,18
M28	0,85	0,08
M29	0,91	0,10
M30	0,78	-0,18
M31	0,11	0,01
M32	0,47	0,18
M33	0,73	0,10
M34	0,65	0,14
M35	0,76	-0,26

Madde istatistik analizi, testte yer alan birçok maddenin güçlük değerlerinin 0,41-0,60 aralığında bulunduğunu göstermiştir. Testin genelinde madde güçlük ortalama değeri 0,54 olarak hesaplanmıştır.

Test maddelerinin güçlük skalasına göre dağılımı Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3: Test maddelerinin güçlük skalasına göre dağılımı.

Madde Güçlük Skalası	Değer Aralığı	Madde Numaraları
Zor	0,00-0,20	8, 18, 31
Orta zor	0,21-0,40	2, 4, 5, 10, 12, 23
Orta	0,41-0,60	3, 11, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 24, 25, 32
Orta kolay	0,61-0,80	7, 9, 13, 14, 26, 27, 30, 33, 34, 35
Kolay	0,81-1,00	1, 6, 19, 28, 29

Madde istatistik analizi sonucunda testte yer alan maddelerin orta zor, orta ve orta kolay güçlük derecelerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Zor ve kolay güçlük derecesine sahip maddelerin testte az sayıda yer aldığı tespit edilmiştir.

Asıl Uygulama Kapsamında Testin Güvenirliği

Kimyasal tepkimelerde hız kavram testi asıl uygulama sürecinde örnekleme oluşturan öğrencilere uygulanmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen verilerden testin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,58 olarak hesaplanmıştır. Testin bu güvenirlik katsayısı genel olarak kabul edilen 0,65 değerinin biraz altında bulunmuştur. Gay, Mills ve Airasian (2012) ise doğru-yanlış biçiminde 2 seçenektan oluşan testler için bu değerin kabul edilebilir bir değer olduğu belirtmişlerdir.

3.4 Veri Toplama Süreci

Kavram testi çalışmanın örnekleme oluşturan öğrencilere uygulanmadan önce resmi yazışmalar yapılmış ve gerekli izinler alınmıştır. İzin belgeleri EK C’de verilmiştir.

Kavram testi, 2021-2022 yılı bahar döneminde (2022 Mayıs ayı içerisinde) Kütahya il merkezinde ve Tavşanlı ilçe merkezinde bulunan toplam 7 devlet lisesinin 11. sınıfında öğretim gören toplam 440 öğrenciye araştırmacı tarafından ve sınıf öğretmeni eşliğinde uygulanmıştır. Kavram testinin öğrencilere uygulanması “kimyasal tepkimelerde hız” konusunun okulda yapılan öğretiminden hemen sonradır. Testin öğrenciler tarafından cevaplanmasından önce araştırmacı tarafından çalışmanın amacı, testi nasıl cevaplanacağı, cevapsız madde bırakılmayacağı ve öğrencilerin birbirine bakmaması konusunda gerekli açıklamalar yapılmıştır. Öğrencilere testi cevaplanmaları için bir ders saati verilmiştir.

Öğrenciler testi 30-35 dk. içerisinde cevaplamışlardır. Verilerin toplanması 3 hafta sürmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde 24 öğrencinin testteki bazı maddelere cevap vermedikleri görülmüştür. Bu yüzden, toplamda 416 öğrencinin cevapları değerlendirmeye alınmıştır.

3.5 Verilerin Analizi

Öğrencilerin kavram testine verdikleri cevaplar, çalışmanın yanıt aradığı 2 araştırma sorusu (1. ve 2. alt problemler) göz önünde bulundurularak nicel ve nitel olarak analiz edilmiştir.

Nicel Analiz

Birinci alt problem; kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik olduğu için nicel analiz yapılmıştır. Bu nicel analiz 3 kategoriye göre yapılmıştır. Bu kategoriler; *bilimsel yanlış*, *bilimsel doğru* ve *kavram yanlışlığı* şeklindedir. Bu kategorilere ait açıklamalar Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: Nicel analiz kategorileri ve açıklamaları.

Kategoriler	Açıklamalar
Bilimsel yanlış	• Bilimsel olarak doğru ifade edilen test maddesini öğrenci yanlış şeklinde işaretlediğinde
Bilimsel doğru	• Bilimsel olarak doğru ifade edilen test maddesini öğrenci doğru şeklinde işaretlediğinde • Kavram yanlışlığını ifade edilen test maddesini öğrenci yanlış şeklinde işaretlediğinde
Kavram yanlışlığı	• Kavram yanlışlığını ifade edilen test maddesini öğrenci doğru şeklinde işaretlediğinde

Bu 3 kategoriye göre yapılan nicel analiz sonucunda elde edilen bulgular; frekans (f) ve yüzde (%) olarak verilmiştir. Ayrıca, nicel analiz bulgularını toplu bir biçimde görmek amacıyla bir grafik çizilmiştir.

Nitel Analiz

Çalışma kapsamında yanıt aranan diğer araştırma sorusu (ikinci alt problem), kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik

açından nedenlerinin belirlenmesine yönelik olduğu için nitel analiz yapılmıştır. Bu nitel analizde sadece kavram yanılgılarını ifade eden test maddelerine öğrencilerin verdikleri cevaplar dikkate alınmıştır. Nitel analiz, ontolojik kategorilere ve alt kategorilere göre yapılmıştır. Analiz yapılırken dikkate alınan kriterler Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5: Nitel analiz kriterleri.

Kriterler	Açıklamalar
Genel	Ontolojik açıdan analiz yapılırken ifadenin <i>yüklemine</i> bakılır.
Madde kategorisi	Kavramlar; renk, kütle, hacim, depolanabilme, biriktirilebilme gibi maddesel özelliklere sahiptir. Bu kavramlar somuttur.
Süreç kategorisi	Bir zaman periyoduna yayılmış durumlarda kullanılan kavramları içerir. Kavramlar; “bir saat boyunca”, “dün olan” gibi özelliklere sahiptir.
• <i>Prosedür</i> (Yöntem)	Kavramlar; “yapılabilen”, “uygulanan”, “sıralı olan” gibi özelliklere sahiptir.
• <i>Olay</i>	Açıklanabilir bir amaca sahiptir. Bir olay, eylem durduğu zaman sonlanır. Kavram; “nedeni olan”, “başlangıcı ve bitişi olan” gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca, kimya da gerekli olduğu için <i>olay</i> alt kategorisi kendi içinde de “fiziksel olay” ve “kimyasal olay” olmak üzere iki alt kategoriye daha ayrılır.
• <i>Sınırlı etkileşimler</i>	Sürecin başlaması için kesinlikle bir etkiye (dış etki ya da kasıtlı yapılan iç etkiye) ihtiyaç vardır. Kavram; “nedeni olmayan”, “başlangıcı ve sonu olmayan”, “devamlı olan”, “dengede olan”, “eşzamanlı olan”, “her yerde aynı anda olan” gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca, iki kavram arasında bir etkileşim söz konusudur. Örneğin, “Basınç artışı tepkime hızını artırır”.
Zihinsel durumlar kategorisi	Soyut kavramları içerir. Kavram; “doğru olan”, “x hakkında” gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca, genellikle kavramlar tanım şeklinde veya bir matematiksel ifade (matematiksel denklem, eşitlik veya formül) biçiminde verilir. Örneğin; <i>Tanım şeklinde:</i> Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren taneciklerin sahip olması gereken en düşük kinetik enerjidir. <i>Matematiksel denklem şeklinde:</i> $\text{Tepkime hızı} = \text{Madde miktarındaki değişim} / \text{Zaman aralığı}$

Tablo 3.5’te verilen nitel analiz kriterleri, literatürde yer alan araştırmaların (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Chi, 1997; Johnston ve Southerland, 2000; Reiner ve diğerleri, 2000) incelenmesi sonucunda oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde; nicel ve nitel analizler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Nicel Analiz İle İlgili Bulgular

Kimyasal tepkimelerde hız konusunda 11. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir? sorusuna yanıt aramak amacıyla yapılan nicel analize ait bulgular Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Nicel analize ait bulgular.

Test Maddeleri	Bilimsel Yanlış		Bilimsel Doğru (♦)		Kavram Yanılgısı (*)	
	f	%	f	%	f	%
1. Tepkime hızı negatif değer alamaz. ♦	103	25	313	75		
2. Katalizör, oluşan ürün miktarını artırır.*			282	68	134	32
3. Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli olan sıcaklıktır.*			144	35	272	65
4. Endotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını azaltır.*			267	64	149	36
5. Tepkime hızı, tepkime süresince sabittir.*			249	60	167	40
6. Hacim değişimi tepkime hızını etkiler. ♦	99	24	317	76		
7. Aktivasyon enerjisi büyük olan tepkimeler daha yavaş gerçekleşir. ♦	115	28	301	72		
8. Aynı sıcaklıkta gerçekleşen iki tepkimenin tepkime hızları da aynıdır.*			285	69	131	31
9. Tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılması aktivasyon enerjisini artırır.*			172	41	244	59
10. Katalizör kullanıldığında tepkimenin sonunda farklı ürün oluşabilir.*			262	63	154	37
11. Tepkime hızı, tepkimenin gerçekleşmesi için gereken süredir.*			210	48	216	52
12. Çok adımlı tepkimelerde aktivasyon enerjisi düşük olan adım yavaş olandır.*			224	54	192	46
13. Tepkime hızı, birim zamanda ürüne dönüşen madde miktarıdır. ♦	149	36	267	64		
14. Katalizör, tepkime ısını etkiler.*			228	55	188	45
15. Maddelerin derişiminin artırılması tepkime hızını artırır. ♦	134	32	282	68		
16. Ekzotermik tepkime ısı verdiği için yavaştır.*			202	49	214	51
17. Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin kinetik enerjisidir.*			181	44	235	56
18. Basınç değişimi tepkime hızını etkilemez.*			267	64	149	36
19. Katalizör, tepkime hızını artırır. ♦	97	23	319	77		
20. Tepkime hızı, birim hacimdeki değişen mol sayısıdır.*			195	47	221	53
21. Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisidir.*			177	43	239	57
22. Maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresi azalır.*			174	42	242	58
23. Tepkimenin hız birimi, tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşittir.*			155	37	261	63
24. Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin derişimi düştükçe azalır. ♦	150	36	266	64		
25. Katalizör, aktivasyon enerjisini azaltır. ♦	161	39	255	61		

26. Endotermik tepkime ısı aldığı için hızlıdır.*	180	43	236	57
27. Katalizör, tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını azaltır.*	210	50	206	50
28. Aktivasyon enerjilerine göre tepkime hızlarını karşılaştırmak mümkündür. ♦	112	27	304	73
29. Tepkime hızı, sıcaklık değişiminden etkilenir. ♦	90	22	326	78
30. Aktivasyon enerjisini geçen tanecik sayısı ne kadar fazla ise etkin çarpışma sayısı da o kadar fazladır. ♦	81	19	335	81
31. Katalizör, tepkimeye girip değişerek çıkan maddedir.*	253	61	163	39
32. Ekzotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını artırır. ♦	197	47	219	53
33. Katalizör miktarı artırılırsa tepkime hızı artar.*	133	32	283	68
34. Tepkimenin hız denklemi, tepkimeye giren maddelerin her birinin molar derişiminin denklemindeki katsayıları ile çarpılmasından elde edilir.*	208	50	208	50
35. Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşme süresidir.*	114	27	302	73
Ortalama	40	10	239	57
			137	33

Bilimsel Yanlış Kategorisine Ait Bulgular

Tablo 4.1’de yer alan bulgular, kavram testinde bilimsel olarak doğru verilen 12 maddeden 12’sinin de bazı öğrenciler tarafında bilimsel olarak yanlış olduğunu düşündüklerini göstermiştir. %47 oranında öğrenci tarafından en fazla bilimsel olarak yanlış olduğunu düşünülen ifade, “Ekzotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını artırır.” (Madde 32) şeklindedir. Bu ifadeyi, %39 öğrenci oranı ile “Katalizör, aktivasyon enerjisini azaltır.” (Madde 25), %36 öğrenci oranı ile “Tepkime hızı, birim zamanda ürüne dönüşen madde miktarıdır.” (Madde 13) ve gene %36 öğrenci oranı ile “Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin derişimi düştükçe azalır.” (Madde 24) ifadeleri takip etmiştir. Diğer taraftan, bilimsel olarak doğru verilen diğer 8 maddenin, %19-32 arasında değişen oranlarda öğrenciler tarafından bilimsel olarak yanlış olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında, “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda bilimsel olarak doğru verilen 12 maddenin *ortalama olarak* öğrencilerin %10’u tarafından bilimsel yanlış olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir.

Bilimsel Doğru Kategorisine Ait Bulgular

Tablo 4.1’de verilen bulgular, kavram testinde bilimsel olarak doğru verilen 12 maddeden 12’sinin de bazı öğrenciler tarafında bilimsel doğru ifadeler olduğunu düşündüklerini ortaya koymuştur. Bilimsel olarak doğru verilen 12 maddenin, %53-81 arasında değişen oranlarda öğrenciler tarafından kabul edildiği tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında, “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda bilimsel olarak doğru verilen 12 maddenin *ortalama olarak* öğrencilerin %57’si tarafından onaylandığı belirlenmiştir.

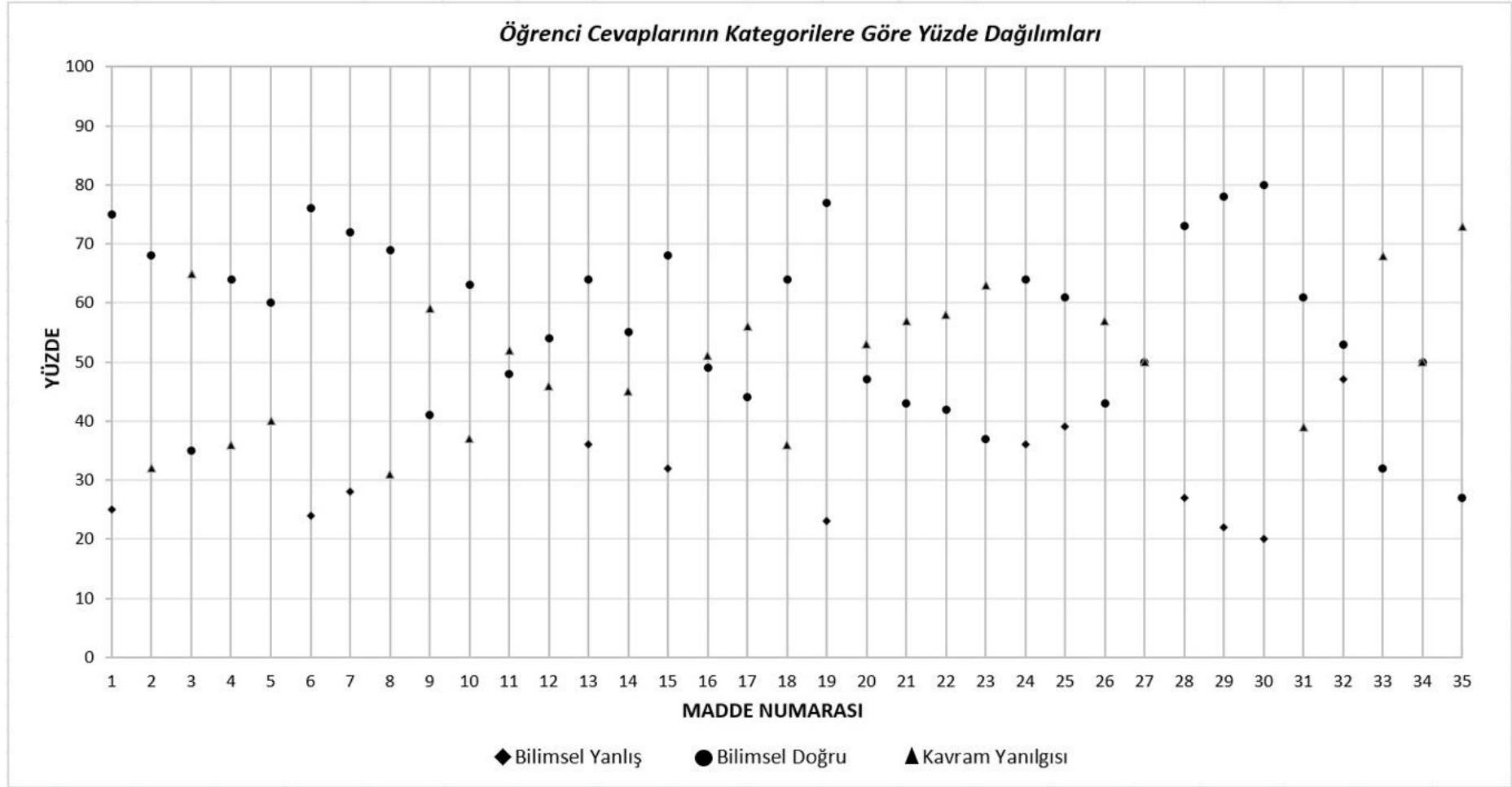
Kavram Yanılgıları Kategorisine Ait Bulgular

Tablo 4.1’de yer alan bulgular, kavram testinde yer alan 23 kavram yanılgısının hepsinin de bazı öğrencilerde mevcut olduğunu göstermiştir. Böylece, literatürde rapor edilen bu kavram yanılgılarının az veya çok oranda öğrencilerde mevcut olduğu tespit edilmiştir.

En fazla oranlarda belirlenen kavram yanılgıları; %73 oranında “Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşme süresidir.” (Madde 35), %68 oranında “Katalizör miktarı artırılırsa tepkime hızı artar.” (Madde 33), %65 oranında “Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli olan sıcaklıktır.” (Madde 3), %63 oranında “Tepkimenin hız birimi, tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşittir.” (Madde 23), %59 oranında “Tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılması aktivasyon enerjisini artırır.” (Madde 9), %58 oranında “Maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresi azalır.” (Madde 22), %57 oranında “Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisidir.” (Madde 21), %57 oranında “Endotermik tepkime ısı aldığı için hızlıdır.” (Madde 26), %56 oranında “Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin kinetik enerjisidir.” (Madde 17), %53 oranında “Tepkime hızı, birim hacimdeki değişen mol sayısıdır.” (Madde 20), %52 oranında “Tepkime hızı, tepkimenin gerçekleşmesi için gereken süredir.” (Madde 11), %51 oranında “Egzotermik tepkime ısı verdiği için yavaştır.” (Madde 16), %50 oranında “Katalizör, tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını azaltır.” (Madde 27) ve gene %50 oranında “Tepkimenin hız denklemi, tepkimeye giren maddelerin her birinin molar derişiminin denklemindeki katsayıları ile çarpılmasından elde edilir.” (Madde 34) şeklindedir. Bu oranlar, öğrencilerin yarısı ve yarısından fazlasının bu 14 kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermiştir. Diğer yandan, kalan 9 kavram yanılgısının %31-46 arasında değişen oranlarda öğrencilerde mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak bakıldığında, “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda literatürde bildirilen bu 23 kavram yanılgısına *ortalama olarak* öğrencilerin %33’ünün sahip olduğu belirlenmiştir.

Nicel analize ait bulguların toplum gösterimi Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1: Nicel analize ait bulguların toplu gösterimi.

4.2 Nitel Analiz İle İlgili Bulgular

Kimyasal tepkimelerde hız konusunda 11. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik açıdan nedenleri nedir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Nitel analiz sonucunda öğrencilerde belirlenen 23 kavram yanlışları ontolojik kategorilere ve alt kategorilere göre incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda elde edilen nitel bulgular aşağıda yer alan tablolarda verilmiş ve bulgulara ait açıklamalar yapılmıştır.

Tablo 4.2: Kavram testinin 2. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci	Öğrenci Ders Kitabı		
<i>Kavram yanlışları</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Katalizör, oluşan ürün miktarını artırır.	Süreç ↓ Olay ↓ Kimyasal Olay	Katalizör, oluşan ürün miktarını değiştirmez (s.294).	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar

Öğrenciler, katalizörün ürün miktarını arttırdığını düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış, başlangıcı, sonu ve sebebi olan bir kimyasal olayın varlığına işaret etmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yapılan bilimsel açıklamada katalizörün, doğal ve cansız bir madde olduğu ve ürün miktarını değiştirmeme özelliğine sahip olduğu belirtilmektedir. Burada, katalizörün somut bir kavram olduğu ve ürün miktarını değiştirmeme gibi maddesel bir özellik taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %32'sinde belirlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, ders kitabında olduğu gibi katalizör kavramının *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Süreç* ontolojik kategorisine (*kimyasal olay* alt kategorisine) yerleştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.3: Kavram testinin 3. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli olan sıcaklıktır.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren taneciklerin sahip olması gereken en düşük kinetik enerjidir (s.269).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, aktivasyon enerjisini tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli olan sıcaklık olarak düşünmektedir. Bu düşünce ile öğrenciler, aktivasyon enerjisini soyut bir kavram olan sıcaklık ile ilişkilendirmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, aktivasyon enerjisinin tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren taneciklerin sahip olması gereken en düşük kinetik enerji olarak belirtilmektedir. Bu tanımda, aktivasyon enerjisinin soyut bir kavram olan kinetik enerji ile ilişkilendirilmesi söz konusudur. Bu durumda, öğrencilerin %65'inde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin aktivasyon enerjisi kavramı ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, aktivasyon enerjisi kavramını ile sıcaklık kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.4: Kavram testinin 4. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Endotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını azaltır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Endotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını artırır (s.291).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, endotermik tepkimelerde sıcaklık artışının tepkime hızını azalttığını düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde sıcaklık artışının eşzamanlı olarak tepkime hızını azalttığı üzerine kurulmuştur. Burada, sıcaklık ile

tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, sıcaklık artışı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında yapılan bilimsel açıklamada, endotermik tepkimelerde sıcaklık artışının tepkime hızını arttırdığı bildirilmektedir. Bu açıklamadan, bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde sıcaklık artışının eşzamanlı olarak tepkime hızını artırdığı anlaşılmaktadır. Burada, sıcaklık ile tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, sıcaklık artışı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %36'sında tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, endotermik tepkimelerde sıcaklık kavramı ile tepkime hızı kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.5: Kavram testinin 5. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci	Öğrenci Ders Kitabı		
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkime hızı, tepkime süresince sabittir.	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar	Tepkime hızı tepkime süresince değişir (s.276).	Süreç ↓ Olay ↓ Kimyasal Olay

Öğrenciler, tepkime hızının tepkime süresince sabit kaldığını düşünmektedir. Burada öğrencilerin, tepkime hızını doğal ve cansız bir madde olarak elle aldıkları ve tepkime süresince sabit kaldığı şeklinde bir özelliğe sahip olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada, tepkime hızının tepkime süresince değiştiği bildirilmektedir. Bu bilimsel açıklama ile bir zaman periyoduna yayılmış, başlangıcı, sonu ve sebebi olan bir kimyasal olayın varlığına işaret edilmektedir. Bu durumda, öğrencilerin %40'ında belirlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, ders kitabında olduğu gibi tepkime hızı kavramının *Süreç* ontolojik kategorisi (*kimyasal olay* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Madde* ontolojik kategorisine (*cansızlar* alt kategorisine) yerleştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.6: Kavram testinin 8. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Aynı sıcaklıkta gerçekleşen iki tepkimenin tepkime hızları da aynıdır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Aynı sıcaklıkta gerçekleşen iki tepkimenin tepkime hızları farklı olabilir (s.291).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, aynı sıcaklıkta gerçekleşen iki tepkimenin tepkime hızlarının da aynı olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce; sıcaklık kavramı ile tepkime hızı kavramı arasında bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı, öğrencilerin bu düşüncesi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almaktadır. Buna karşılık, ders kitabında verilen bilimsel açıklamada, aynı sıcaklıkta gerçekleşen iki tepkimenin tepkime hızlarının farklı olabileceği bildirilmektedir. Bu açıklama; sıcaklık kavramı ile tepkime hızı kavramı arasında bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı, bilimsel açıklama *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %31'inde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, sıcaklık kavramı ile tepkime hızı kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.7: Kavram testinin 9. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılması aktivasyon enerjisini artırır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılması aktivasyon enerjisini değiştirmez (s.287).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılmasının aktivasyon enerjisini arttırdığını düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde derişim artışının eşzamanlı olarak aktivasyon enerjisini arttırdığı üzerine kurulmuştur.

Burada, derişim ile aktivasyon enerjisi arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, derişim artışı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılmasının aktivasyon enerjisini değiştirmediği belirtilmektedir. Bu bilimsel açıklama; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde derişim artışının aktivasyon enerjisini değişmediğini göstermektedir. Bu durumda, öğrencilerin %59’unda tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, derişim kavramı ile aktivasyon enerjisi kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.8: Kavram testinin 10. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Katalizör kullanıldığında tepkimenin sonunda farklı ürün oluşabilir.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Katalizör kullanıldığında tepkimenin sonunda oluşan ürünün türü değişmez (s.294).	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar

Öğrenciler, katalizör kullanıldığında tepkimenin sonunda farklı ürün oluşabileceğini düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde katalizör kullanımının eşzamanlı olarak farklı ürün oluşabileceği üzerine kurulmuştur. Burada, katalizör ile ürün arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, katalizör etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada, katalizör kullanımının tepkimenin sonunda oluşan ürünün türünü değiştirmediği belirtilmektedir. Bu bilimsel açıklama ile katalizörün doğal ve cansız bir madde olarak elle alındığı ve ürünün türünü değişmeme özelliğine sahip olduğu görölmektedir. Bu durumda, öğrencilerin %37’sinde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, ders kitabında olduğu gibi katalizör kavramının *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Süreç* ontolojik kategorisine (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisine) yerleştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.9: Kavram testinin 11. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılgısı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkime hızı, tepkimenin gerçekleşmesi için gereken süredir.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Tepkime hızı, birim zamanda madde miktarındaki değişimdir (s.274).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, tepkime hızını tepkimenin gerçekleşmesi için gereken süre olarak düşünmektedir. Bu düşünce ile öğrenciler, tepkime hızını soyut bir kavram olan süre ile ilişkilendirmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, tepkime hızının birim zamanda madde miktarındaki değişim olarak belirtilmektedir. Bu tanımda, tepkime hızının soyut bir olay olan madde miktarındaki değişim ile ilişkilendirilmesi söz konusudur. Bu durumda, öğrencilerin %52'sinde belirlenen bu kavram yanılgısının sebebi, öğrencilerin tepkime hızı kavramı ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, tepkime hızı kavramı ile süre kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.10: Kavram testinin 12. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılgısı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Çok adımlı tepkimelerde aktivasyon enerjisi düşük olan adım yavaş olandır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Çok adımlı tepkimelerde aktivasyon enerjisi yüksek olan adım yavaş olandır (s.283).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, çok adımlı tepkimelerde aktivasyon enerjisi düşük olan adımın yavaş olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce; tepkime hızı kavramı ile aktivasyon enerjisi kavramı arasında bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı, öğrencilerin bu düşüncesi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almaktadır. Buna karşılık, ders kitabında verilen bilimsel açıklamada, çok adımlı tepkimelerde aktivasyon enerjisi yüksek olan adımın yavaş olduğunu bildirilmektedir. Bu açıklama; tepkime hızı kavramı ile aktivasyon enerjisi kavramı arasında bir etkileşim olduğunu göstermektedir.

Bundan dolayı, bu bilimsel açıklama *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %46'sında tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, tepkime hızı kavramı ile aktivasyon enerjisi kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.11: Kavram testinin 14. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Katalizör, tepkime ısını etkiler.	Süreç ↓ Olay ↓ Kimyasal Olay	Katalizör, tepkime ısını değiştirmez (s.294).	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar

Öğrenciler, katalizörün tepkime ısını etkilediğini düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış, başlangıcı, sonu ve sebebi olan bir kimyasal olayın varlığına işaret etmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yapılan bilimsel açıklamada, katalizörün doğal ve cansız bir madde olduğu ve tepkime ısını değiştirme özelliğine sahip olduğu belirtilmektedir. Burada, katalizörün somut bir kavram olduğu ve tepkime ısını değiştirme gibi maddesel bir özellik taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %45'inde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, ders kitabında olduğu gibi katalizör kavramının *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Süreç* ontolojik kategorisine (*kimyasal olay* alt kategorisine) yerleştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.12: Kavram testinin 16. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Ekzotermik tepkime ısı verdiği için yavaştır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Ekzotermik tepkimelerde aktivasyon enerjisi küçük olduğu için tepkime hızlıdır (s.271).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, ekzotermik tepkimenin ısı verdiği için yavaş olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde tepkimenin ısı vermesiyle eşzamanlı olarak tepkimenin yavaş olduğu üzerine kurulmuştur. Burada, ısı ile tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, ısı verme etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında verilen bilimsel açıklamada, ekzotermik tepkimelerde aktivasyon enerjisi küçük olduğu için tepkimenin hızlı olduğu belirtilmektedir. Bu açıklama; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde küçük aktivasyon enerjisiyle tepkimenin hızlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %51'inde tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, ekzotermik tepkimelerde ısı kavramı ile tepkime hızı kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.13: Kavram testinin 17. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin kinetik enerjisidir.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren taneciklerin sahip olması gereken en düşük kinetik enerjidir (s.269).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, aktivasyon enerjisini tepkimeye girenlerin kinetik enerjisi olarak düşünmektedir. Bu düşünce ile öğrenciler, aktivasyon enerjisini soyut bir kavram olan kinetik enerji ile ilişkilendirmektedir. Ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, aktivasyon enerjisinin gene soyut bir kavram olan kinetik enerji ile ilişkilendirilmesi söz konusudur. Öğrencilerin %56'sında tespit edilen bu kavram yanılığının sebebi, öğrencilerin aktivasyon enerjisi kavramı ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, aktivasyon enerjisi kavramını “en düşük” ifadesi göz ardı edilerek sadece kinetik enerji kavramı ile ilişkilendirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.14: Kavram testinin 18. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Basınç değişimi tepkime hızını etkilemez.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Gaz hâlindeki bir tepkimeye basınç artırıldığında tepkime hızı artar (s.211).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, basınç değişiminin tepkime hızını etkilemediğini düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde basınç değişiminin tepkime hızını etkilemediği üzerine kurulmuştur. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada, gaz hâlindeki bir tepkimeye basınç artırıldığında tepkime hızının da arttığı bildirilmektedir. Bu açıklama; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde basınç artışının etkisiyle eşzamanlı olarak tepkime hızının arttığını göstermektedir. Burada, basınç ile tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, basınç artışı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %36'sında gözlenen bu kavram yanılığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, basınç kavramı ile tepkime hızı kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.15: Kavram testinin 20. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılgısı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkime hızı, birim hacimdeki değişen mol sayısıdır.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Tepkime hızı, birim zamanda madde miktarındaki değişimdir (s.274).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, tepkime hızını birim hacimdeki değişen mol sayısı olarak düşünmektedir. Bu düşünce ile öğrenciler, tepkime hızını soyut bir kavram olan mol sayısı ile ilişkilendirmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, tepkime hızının birim zamanda madde miktarındaki değişim olarak bildirilmektedir. Bu tanımda, tepkime hızının soyut bir olay olan madde miktarındaki değişim ile ilişkilendirilmesi söz konusudur. Bu durumda, öğrencilerin %53'ünde belirlenen bu kavram yanılgısının sebebi, öğrencilerin tepkime hızı kavramı ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, tepkime hızı kavramı ile mol sayısı kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin tepkime hızı kavramının tanımında yer alan “birim zaman” ifadesini göz ardı ettikleri görülmektedir.

Tablo 4.16: Kavram testinin 21. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılgısı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisidir.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren taneciklerin sahip olması gereken en düşük kinetik enerjidir (s.269).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, aktivasyon enerjisini tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisi olarak düşünmektedir. Bu düşünce ile öğrenciler, aktivasyon enerjisini soyut bir kavram olan potansiyel enerji ile ilişkilendirmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, aktivasyon enerjisinin tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren taneciklerin

sahip olması gereken en düşük kinetik enerji olduğu bildirilmektedir. Bu tanımda, aktivasyon enerjisinin soyut bir kavram olan kinetik enerji ile ilişkilendirilmesi söz konusudur. Bu durumda, öğrencilerin %57'sinde tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin aktivasyon enerjisi kavramı ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, aktivasyon enerjisi kavramı ile potansiyel enerji kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.17: Kavram testinin 22. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresi azalır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Tepkimeye giren maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresi azalır (s.286).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresinin azalacağını düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde derişim artışının etkisiyle eşzamanlı olarak tepkimenin gerçekleşme süresinin azalması üzerine kurulmuştur. Burada, derişim ile tepkime süresi arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, derişim artışı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında yapılan bilimsel açıklamada, tepkimeye giren maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresinin azalacağı bildirilmektedir. Bu açıklama; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde derişim artışının etkisiyle eşzamanlı olarak tepkimenin gerçekleşme süresinin azalttığını ortaya koymaktadır. Bu açıklamada, derişim ile tepkime süresi arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, derişim artışı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %58'inde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, hangi maddelerin (girenlerin mi? yoksa ürünlerin mi?) derişiminde artışın olacağı belirtilmemesinden ve böylece madde kavramı ile tepkime süresi kavramı arasındaki ilişkinin bilimsel olarak tamam anlamıyla kurulmamasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.18: Kavram testinin 23. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkime hız birimi, tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşittir.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Tepkime hız birimi, aşağıdaki bağıntı ile bulunur: Tepkime hızı= Madde miktarındaki değişim/Zaman aralığı (s.274).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, tepkime hız biriminin tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşit olduğunu düşünmektedir. Bu düşüncede, tepkime hız birimi matematiksel bir ifade ile açıklanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında tepkime hız biriminin, tepkimeye girenlerin madde miktarındaki derişiminin zaman aralığına bölünmesi ile bulunabileceği bildirilmektedir. Burada, ders kitabında yer alan tepkime hız birimi ile ilgili matematiksel bağıntının kavram yanlışlığında yer alan matematiksel ifadeden farklı olduğu görülmektedir. Bu durumda, öğrencilerin %63'ünde belirlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin tepkime hız birimi ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, düşünülen matematiksel ifadenin yanlış olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.19: Kavram testinin 26. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Endotermik tepkime ısı aldığı için hızlıdır.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Endotermik tepkimelerde aktivasyon enerjisi büyük olduğu için yavaştır (s.271).	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal

Öğrenciler, endotermik tepkimenin ısı aldığı için hızlı olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde tepkimenin ısı almasıyla eşzamanlı olarak tepkimenin hızlı olduğu üzerine kurulmuştur. Burada, ısı ile tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, ısı alma etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında endotermik tepkimelerde

aktivasyon enerjisi büyük olduğu için tepkimenin yavaş olduğu bildirilmektedir. Bu bilimsel açıklama; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde büyük aktivasyon enerjisiyle tepkimenin hızlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu açıklamada, aktivasyon enerjisi ile tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Bu durumda, öğrencilerin %57'sinde tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, endotermik tepkimelerde ısı kavramı ile tepkime hızı kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.20: Kavram testinin 27. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Katalizör, tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını azaltır.	Süreç ↓ Olay ↓ Kimyasal Olay	Katalizör, tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını artırır (s.294).	Süreç ↓ Olay ↓ Kimyasal Olay

Öğrenciler, katalizörün tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını azalttığını düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış, başlangıcı, sonu ve sebebi olan bir kimyasal olayın varlığına işaret etmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yapılan bilimsel açıklamada, katalizörün tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını arttırdığı bildirilmektedir. Bu açıklama ile bir zaman periyoduna yayılmış, başlangıcı, sonu ve sebebi olan bir kimyasal olay ifade edilmektedir. Bu durumda, öğrencilerin %50'sinde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Süreç* ontolojik kategorisi (*kimyasal olay* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, katalizör kavramı ile basamak sayısı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.21: Kavram testinin 31. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılması</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Katalizör, tepkimeye girip değişerek çıkan maddedir.	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar	Katalizör, tepkime sonunda değişmeden çıkan maddedir (s.293).	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar

Öğrenciler, katalizörün tepkimeye girip değişerek çıkan bir madde olduğunu düşünmektedir. Burada öğrencilerin, katalizörü doğal ve cansız bir madde olarak elle aldıkları ve tepkime sonunda değişme göstermesi gibi maddesel bir özelliğine sahip olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, katalizörün tepkime sonunda değişmeden çıkan bir madde olduğu bildirilmektedir. Bu tanımda, katalizörün doğal ve cansız bir madde olarak elle alındığı ve tepkime sonunda değişmeme gibi maddesel bir özellik taşıdığı görülmektedir. Bu durumda, öğrencilerin %39'unda belirlenen bu kavram yanılığının sebebi, öğrencilerin düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer almasına rağmen, katalizör kavramı ile maddesel özelliği arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.22: Kavram testinin 33. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılması</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Katalizör miktarı artırılırsa tepkime hızı artar.	Süreç ↓ Sınırlı Etkileşimler ↓ Doğal	Katalizör miktarı artırılırsa tepkime hızı değiştirmez (s.293).	Madde ↓ Doğal Türler ↓ Cansızlar

Öğrenciler, katalizör miktarı artırılırsa tepkime hızının artacağını düşünmektedir. Bu düşünce; bir zaman periyoduna yayılmış ve kasıtlı bir şekilde katalizör miktarı artışının etkisiyle eşzamanlı olarak tepkime hızının artması üzerine kurulmuştur. Burada, katalizör miktarı ile tepkime hızı arasında sınırlı da olsa bir etkileşim söz konusudur. Burada ki sınırlılık, katalizör miktarı etkisinin ortadan kalkması ile sonlanmaktadır. Buna karşılık, ders

kitabında yer alan bilimsel açıklamada, katalizör miktarının artırılması tepkime hızını değiştirmedeği bildirilmektedir. Bu bilimsel açıklama ile katalizörün doğal ve cansız bir madde olarak elle alındığı ve miktarının artırılması ile tepkime hızını değişmeme özelliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda, öğrencilerin %68’inde tespit edilen bu kavram yanlışlığının sebebi, ders kitabında olduğu gibi katalizör kavramının *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Süreç* ontolojik kategorisine (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisine) yerleştirmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.23: Kavram testinin 34. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanlışlığı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkimenin hız denklemi, tepkimeye giren maddelerin her birinin molar derişiminin denklemindeki katsayıları ile çarpılmasından elde edilir.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Tepkimenin hız denklemi, hıza etki eden her maddenin derişiminin birbiri ile çarpılmasıyla elde edilir (s.203).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, tepkimenin hız denkleminin tepkimeye giren maddelerin her birinin molar derişiminin [tepkime] denklemindeki katsayıları ile çarpılmasından elde edildiğini düşünmektedir. Bu düşünce, tepkimenin hız denkleminin matematiksel bir ifade ile açıklanması üzerine kurulmuştur. Ders kitabında ise tepkimenin hız denkleminin, hıza etki eden her maddenin derişiminin birbiri ile çarpılmasıyla elde edildiği bildirilmektedir. Burada, ders kitabında verilen tepkimenin hız denklemi ile ilgili matematiksel ifadenin kavram yanlışlığında yer alan matematiksel ifadeden farklı olduğu görülmektedir. Bu durumda, öğrencilerin %50’sinde gözlenen bu kavram yanlışlığının sebebi, öğrencilerin tepkimenin hız denklemi ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel açıklamada olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, düşünülen matematiksel ifadenin yanlış olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.24: Kavram testinin 35. maddesi ile ilgili tespit edilen bulgu.

Öğrenci		Öğrenci Ders Kitabı	
<i>Kavram yanılgısı</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>	<i>Bilimsel doğru</i>	<i>Ontolojik kategori/ alt kategoriler</i>
Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşme süresidir.	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı	Tepkime hızı, birim zamanda madde miktarındaki değişimdir (s.274).	Zihinsel Durumlar ↓ Kasıtlı

Öğrenciler, tepkime hızını tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşme süresi olarak düşünmektedir. Bu düşünce ile öğrenciler, tepkime hızını soyut bir kavram olan süre ile ilişkilendirmektedir. Buna karşılık, ders kitabında yer alan bilimsel tanımda, tepkime hızını birim zamanda madde miktarındaki değişim olarak bildirilmektedir. Bu tanımda, tepkime hızının soyut bir olay olan madde miktarındaki değişim ile ilişkilendirilmesi söz konusudur. Bu durumda, öğrencilerin %73'ünde belirlenen bu kavram yanılgısının sebebi, öğrencilerin tepkime hızı kavramı ile ilgili düşüncesinin her ne kadar ders kitabında yer alan bilimsel tanımda olduğu gibi *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisi içerisinde yer almasına rağmen, tepkime hızı kavramı ile süre kavramı arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak yanlış kurmasından kaynaklanmaktadır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bölümde; nicel ve nitel analiz bulgularından elde edilen sonuçlar literatürde yer alan önceki araştırmalarla tartışılara verilmiştir.

5.1 Nicel Analiz İle İlgili Sonuçlar

Genel olarak bakıldığında, “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda bilimsel olarak doğru verilen 12 maddenin öğrencilerin %10’u tarafından bilimsel olarak yanlış olduğunu belirttikleri, bu 12 maddenin öğrencilerin %57’si tarafından bilimsel olarak doğru olduğunu bildirdikleri ve öğrencilerin %33’ünün ise 23 kavram yanlışlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu oranlar, öğrencilerin sadece %57’sinin “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda kavram testinde verilen bilimsel bilgilere sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin neredeyse yarısına yakınının (%43) “kimyasal tepkimelerde hız” konusunda kavram testinde verilen bilgiler ile problem yaşadığı, konu ile ilgili çok fazla bilgi eksiklerinin olduğu ve çok fazla sayıda kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan, literatürde bildirilen kavram yanlışlıklarının (Griffiths, 1994; Nakiboğlu, Benlikaya ve Kalın, 2000; Balcı, 2006; Cakmaci, Leach ve Donnelly, 2006; Bilgin, 2010; Cakmakci, 2010; Sümen ve Şendur, 2015; Suwandy ve Irhasyuarna, 2017; Jusniar ve diğerleri, 2020) 23 tanesinin örnekleme oluşturan öğrencilerde hala var olması ilginçtir. Kimyasal tepkimelerde hız konusunda literatürde bildirilen ve Türk öğrencileri üzerinde yapılan ilk kavram yanlışlıklarını belirleme çalışmaları tarihinin 2000’li yıllar olduğu düşünüldüğünde, aradan geçen 22 yıl içerisinde liselerde gerçekleştirilen kimya öğretiminin maalesef istenilen başarıyı yakalayamadığı görülmektedir. Okulda konunun öğretiminde hemen sonra yapılan bu çalışma, ülkemizdeki kimya öğretimi açısından arzu edilmeyen bu sonuçları ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, lise düzeyindeki kimya eğitiminin kalitesini, niteliğini ve başarısını sorgulamamız gerektiğini göstermektedir.

5.2 Nitel Analiz İle İlgili Sonuçlar

Bu çalışmada, öğrencilerde tespit edilen 23 kavram yanlışlığının nedenlerini 3 başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; öğrencilerin (i) *kavramı yanlış ontolojik kategoriye/alt kategoriye yerleştirmesi*, (ii) *kavramı doğru ontolojik kategoriye/alt kategoriye*

yerleştirmesine rağmen iki kavramı bilimsel olarak yanlış ilişkilendirmesi ve (iii) kavramı doğru ontolojik kategoriye yerleştirmesine rağmen düşündükleri matematiksel ifadenin bilimsel olarak yanlış olması şeklindedir. Literatürde ontolojik açıdan kavram yanlışlarının nedenini, öğrencilerin bilimsel kavramları yanlış ontolojik kategoriye yerleştirmesinden kaynakladığı şeklinde açıklayan araştırmalar mevcuttur (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Chi, 1997; Johnson ve Southerland, 2000; Soman, 2000; Chi ve Roscoe, 2002; Özalp, 2008; Öden Acar, 2010; Kabapınar, 2013; Sarı, 2014; Topalsan Kınık, 2015; Sarı ve Bayram, 2018).

Kavramı Yanlış Ontolojik Kategoriye/Alt Kategoriye Yerleştirme

Öğrencilerin katalizör ve tepkime hızı kavramını yanlış ontolojik kategoriye/alt kategoriye yerleştirdiğı tespit edilmiştir. Dört kere katalizör kavramında (4 kavram yanlışında) ve bir kere de tepkime hızı kavramında (1 kavram yanlışında) bu durum gözlenmiştir. Katalizör kavramı *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Süreç* ontolojik kategorisine (*kimyasal olay* alt kategorisine) yerleştirilmiştir. Diğer bir durumda ise katalizör kavramı *Madde* ontolojik kategorisi (*cansızlar* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Süreç* ontolojik kategorisine (*sınırlı etkileşimler* alt kategorisine) yerleştirilmiştir. Ayrıca, tepkime hızı kavramı *Süreç* ontolojik kategorisi (*kimyasal olay* alt kategorisi) içerisinde yer alması gerekirken, öğrenciler tarafından *Madde* ontolojik kategorisine (*cansızlar* alt kategorisine) yerleştirilmiştir. Tespit edilen bu durum, kavram testinde yer alan 23 kavram yanlışından 5'inde gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, literatürdeki araştırmaların sonuçları (Özalp, 2008; Şen ve Yılmaz, 2012; Kabapınar, 2013; Diyarbakir, 2020) ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, Kabapınar (2013) *süreç* kategorisinde yer alması gereken kimyasal bağ kavramını öğrencilerin *madde* kategorisine yerleştirdiğini belirlemiştir. Özalp (2008) kavram yanlışlarının nedeni, öğrencilerin bilimsel kavramları *madde* ve *süreç* kategorilerinde yerleşmesinden kaynakladığını tespit etmiştir. Diyarbakir (2020) öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlarının *madde* kategorisine ve *süreç* kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığını belirlemiştir. Bu kavram yanlışlarının büyük çoğunluğunun *süreç* kategorisinin alt kategorilerine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Chi (1997) ise ontolojik açıdan kavram yanlışlarının nedenini, *süreç* kategorisinin *sınırlı etkileşimler* alt kategorisinde yer alan kavramların daha önceden öğrencinin zihninde *madde* kategorisine ya da *olay alt kategorisine* yanlış olarak yerleştirilmesinden ve öğrencilerin *sınırlı etkileşimler* alt kategorisinde yer alan kavramlara alışkın olmamasından kaynaklandığını rapor etmiştir.

İki Kavramı Bilimsel Olarak Yanlış İlişkilendirme

Öğrencilerin kavramı doğru ontolojik kategoriye/alt kategoriye yerleştirmesine rağmen, iki kavramı bilimsel olarak yanlış ilişkilendirdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin doğru olarak yerleştirdikleri kavramlar; aktivasyon enerjisi, tepkime hızı, katalizör ve madde şeklindedir. Bu kavramlar, tanım olarak verildiğinde öğrenciler kavramı *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisine veya *Madde* ontolojik kategorisi *cansızlar* alt kategorisine doğru olarak yerleştirmiştir. Şayet, kavram ile ilgili bilgiler açıklama şeklinde verildiğinde, öğrenciler kavramı *Süreç* ontolojik kategorisi *sınırlı etkileşimler* alt kategorisine veya *Süreç* ontolojik kategorisi *kimyasal* alt kategorisine doğru olarak yerleştirmiştir. Ancak, doğru yerleştirmelere rağmen, öğrencilerin iki kavramı bilimsel olarak yanlış ilişkilendirmiştir. Aktivasyon enerjisi-kinetik enerji, aktivasyon enerjisi-potansiyel enerji, aktivasyon enerjisi-sıcaklık, aktivasyon enerjisi-derişim, tepkime hızı-aktivasyon enerjisi, tepkime hızı-mol sayısı, tepkime hızı-basınç, tepkime hızı-sıcaklık, tepkime hızı-ısı (endotermik ve ekzotermik tepkimelerde), tepkime hızı-süre, tepkime süresi-madde, katalizör-basamak sayısı ve katalizör-maddesel özelliği şeklinde verilen bu iki kavram çiftleri öğrenciler tarafından bilimsel olarak yanlış ilişkilendirilmiştir. Tespit edilen bu durum, kavram testinde yer alan 23 kavram yanlışından 16'sında belirlenmiştir.

Matematiksel İfadenin Bilimsel Olarak Yanlış Olması

Öğrencilerin kavramı doğru ontolojik kategoriye yerleştirmesine rağmen, düşündükleri matematiksel ifadenin bilimsel olarak yanlış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, tepkime hız birimi ve tepkimenin hız denklemi kavramlarında belirlenmiştir. Bu kavramları öğrenciler *Zihinsel Durumlar* ontolojik kategorisine doğru olarak yerleştirmiştir. Buna karşılık, bu kavramların matematiksel ifadeleri bilimsel olarak yanlıştır. Tespit edilen bu durum, kavram testinde yer alan 23 kavram yanlışından 2'sinde gözlenmiştir.

Metodolojik Sınırlılık

Bu çalışmada, öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışları ontolojik açıdan incelenmiş ve nitel yolla yapılan bu incelemede kullanılan veri analiz kriterleri literatürden elde edilen bilgiler ışığında oluşturulmuştur. Nitel veri analizi sırasında, *madde* ve *süreç* ontolojik kategorilere göre yapılan sınıflandırmada zorluk yaşanmamıştır. Bir başka ifade ile Chi ve arkadaşlarının (Chi ve Slotta, 1993; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Chi, 1997) ortaya attıkları ontolojik yaklaşımda, *madde* ve *süreç* kategorileri yeterli işlevselliği göstermiştir. Ancak, *zihinsel durumlar* kategorisinin alt kategorileri bulunmadığında, öğrencilerin sahip oldukları

kavram yanılgılarının nedeni, bu kategoriye göre yeteri kadar açıklanamamıştır. *Zihinsel durumlar* kategorisi kavram yanılgısının nedenini ortaya koymada sınırlı kalmıştır. Bu metodolojik sınırlılık, *zihinsel durumlar* kategorine alt kategoriler eklenerek giderilebilir.



6. ÖNERİLER

Bu çalışmada, devlet liselerinde “kimyasal tepkimelerde hız” konusunun öğretiminden hemen sonra, öğrencilerin çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Ortaya çıkan bu sonuç, lise düzeyinde yapılan kimya eğitiminin gözden geçirilmesini, öğretimin kalitesinin ve niteliği artıracak önemlerin alınmasını bir gereklilik olarak karşımıza çıkarmıştır. Bu konuda yapılabileceklerin başında; öğretmenler kimya kavramlarının öğretiminde farklı öğretim yöntemleri kullanabilir. Ancak, bu öğretim yöntemlerinin kavram yanlışlıklarını gidermedeki başarısı araştırmalar ile ispatlanması gerekmektedir. Örneğin, Pabuçcu ve Geban (2006) kimyasal bağlarla ilgili kavram yanlışlıklarının kavramsal değişim metinleri kullanılarak düzeltilmesinin mümkün olduğunu rapor etmişlerdir. Akgün ve Aydın (2009) erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlıklarının giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının başarılı sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Topalsan Kınık (2015) argümantasyona dayalı öğretim ile öğrencilerdeki kavram yanlışlıklarının %85’inin giderildiğini tespit etmiştir. Sarı (2014) bilgisayar destekli öğretimin, kavramların ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlıklarını giderme etkili olduğu belirlemiştir. Diyarbekir (2020) ise öğrencilerin *süreç* kategorisine yerleştirdikleri kavram yanlışlıklarını gidermede animasyon destekli öğretimin etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bu araştırmalar, öğrencilerdeki kavram yanlışlıklarının önemine ve giderilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadırlar. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlıkları, daha sonra öğretilecek kimya kavramları ile ilgili bilgilerin öğrencilerin zihninde bilimsel olarak doğru yapılandırılmasına/kodlanmasına engel teşkil edeceği uzun yıllardan beri kimya eğitiminde bilinmektedir. Farklı öğrenci merkezli öğretim yöntemleri, kavram yanlışlıklarının giderilmesinde ve etkili/verimli kavram öğretiminde önemli rol oynayabilir.

7. KAYNAKLAR

- Akgün, Ö. E. (2005). *Kavramsal değişim stratejileri, çalışma türü ve bireysel farklılıkların öğrencilerin başarı ve tutumları üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Akgün, A. ve Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 190-201.
- Altınyüzük, C. (2008). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi kimya konularındaki kavram yanlışları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Ayaş, A. (1997). Kimyada öğrenci başarılarının ölçülmesi ve Türkiye’de yaygın kullanılan başarı ölçme teknikleri. *II. Eğitim Bilimleri Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Azizoğlu, N. (2004). *Conceptual change oriented instruction and students’ misconceptions in gases*. Unpublished Ph.D. Thesis, The Middle East Technical University, Ankara.
- Balcı, C. (2006). *Conceptual change text oriented instruction to facilitate conceptual change in rate of reaction concepts*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Banerjee, A. C. (1991). Misconception of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494.
- Bilgin, E. U. (2010). *11. ve 12. sınıf öğrencilerinin “kimyasal tepkimelerde hız” ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils’ conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.
- Cakmaci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449-455.
- Cakmaci, G., Leach, J. ve Donnelly, J. (2006). Students’ ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1795-1815.

- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: A Bradford Book. The MIT Press.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive Models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (pp.129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M. T. H. (1997). Creativity: Shifting across ontological categories flexibly. In Ward T. B., Smith S. M. and Vaid, J. (Eds.), *Conceptual Structures and Processes: Emergence, Discovery and Change* (pp.209-234). Washington, DC: American Psychological Association.
- Chi, M. T. H. (2007). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. Vosniadou, S. (Ed.), *Handbook of Research on Conceptual Change* (pp.1-46). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H. ve Slotta, J. D. (1993). The ontological coherence of intuitive physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 249-260.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. ve Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chi, M. T. H. ve Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In Limon, M. and Mason, L. (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (pp.3-27). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Coll, R. K. ve Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.
- Çakır, S. Ö. ve Yürük, N. (1999). Oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanlışları teşhis testinin geliştirilmesi ve uygulanması. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. MEB, ÖYGM.
- Çilingir, A. (2002). *Van'daki lise 1. sınıf kimya derslerinde anlaşılmayan konuların veya kavramların tespiti ve nedenlerinin araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Diyarbakir (2020), *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi ve animasyon*

- destekli öğretimle giderilmesi*. Yayınlanmamış Doktora tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Driver, R., Guesne, E. ve Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science* (6th Ed.). Open University Press: Milton Keynes.
- Erden, M. (1997). *Sosyal bilgiler öğretimi*. İstanbul: Alkım Yayınevi.
- Erol, H. (2009). *1957-2007 yılları arasında yayımlanan ortaöğretim kimya dersi öğretim programlarının karşılaştırmalı analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V. ve Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695-697.
- Gay, L. R., Mills, G. E. ve Airasian, P. W. (2012). *Educational research. Competencies for analysis and applications* (10th ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Griffiths, A. K. ve Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Güray, T. (Ed.) (2019). *Ortaöğretim kimya 11 ders kitabı*. Ankara: MEB Devlet Kitapları.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45-85.
- Johnson, P. (2000). Children's understanding of substances, part 1: Recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22(7), 719-737.
- Johnston, A. T. ve Southerland, S. A. (2000). A reconsideration of science misconceptions using ontological categories. A paper presented at the *Annual Meeting of the the National Association for Research in Science Teaching*. New Orleans, Louisiana.
- Jungst, S., Licklider, B. ve Wiersema, J. (2003). Providing support for faculty who wish to shift to a learning-centered paradigm in their higher education classrooms. *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 3, 69-81.
- Kabapınar, F. (2003). Kavram yanlışlarının ölçülmesinde kullanılabilecek bir ölçeğin bilgi kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417.
- Kabapınar, F. (2013). Secondary students' reference to properties of matter to chemical bonds: Is the onus on the ontological mismatch only?. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(3), 235-249.

- Kahveci, A. & Özalp, D. (2009). Ontology-informed diagnostic assessment of middle and secondary students' understanding of the particulate nature of matter. *National Association for Research in Science Teaching International Conference*. Garden Grove, California.
- Kaptan, F. (1998). *Fen öğretiminde kavram haritası yönteminin kullanılması*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 95-99.
- Karaer, H. (2007). Sınıf öğretmenleri adaylarının madde konusundaki bazı kavramların anlaşılma düzeyleri ile kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15, 199-210.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemi* (18. Basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Kökyaz, M. S. (2007). Lise öğrencilerinin çözünürlük konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15, 241250.
- Krnel, D., Watson, R. ve Glazar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257-289.
- Lawson, A. E. ve Renner, J. W. (1975). Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 347-358.
- Maskill, R., Cachapuz, A. F. C. ve Koulaidis, V. (1997). Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries. *International Journal of Science Education*, 19(6), 631-645.
- Mayer, R. E. ve Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-119.
- MEB (2018). *Ortaöğretim 11. sınıf kimya öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Marbach-Ad, G., Seal, O. ve Sokolove, P. (2001). Student attitudes and recommendations on active learning. *Journal of College Science Teaching*, JO, 434- 438.
- Morgil, İ. ve Yılmaz, A. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.
- Morgil, I., Oskay, Ö. Ö., Yavuz, S. ve Arda, S. (2003). The factors that affect computer assisted education implementations in the chemistry education and comparison of

- traditional and computer assisted education methods in redox. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 35-43.
- Nakiboğlu C., Benlikaya, R. ve Kalın, Ş. (2000). Kimya öğretmen adaylarının “kimyasal kinetik” ile ilgili yanlış kavramalarının belirlenmesinde V-diyagramının kullanılması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ, Ankara.
- Öden Acar, A. (2010). *Öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarının ontolojik yaklaşıma göre tespiti*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özalp, D. (2008). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Pabuçcu, A. ve Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe University Journal of Education*, 30, 184- 192.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: Animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N. (2003). Students’ understanding of solution chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 80(11), 1328-1332.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W. ve Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P.W. ve Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T. H. ve Resnick, L. B. (2000). Naive physics reasoning: A commitment to substance-based conceptions. *Cognition and Instruction*, 18(1), 1-34.
- Ross, B. ve Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students’ understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Sanger, M. J. ve Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.

- Sarı, A. (2014). *Kavram haritası ve bilgisayar destekli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarına etkisinin ontolojik açıdan incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Sarı, A. ve Bayram, H. (2018). Ontoloji temelinde kavram yanlışlarının belirlenmesi: Maddenin yapısı ve özellikleri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(70), 225-246.
- Schmidt, H.-J. (1995). Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany. *International Journal of Science Education*, 17(6), 733-741.
- Sepet, A., Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2004). Lise ikinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavramları anlama seviyeleri ve kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 148-154.
- Slotta, J. D., Chi, M. T. H. ve Joram, E. (1995). Assessing students' misclassifications of physics concepts: An ontological basis for conceptual change. *Cognition and Instruction*, 13(3), 373-400.
- Soman, S. A. (2000). *Ontological categorization in chemistry: A basis for conceptual change in chemistry*. Doctorate Thesis, Purdue University, West Lafayette, USA.
- Soylu, H. ve İbis, M. (1999). Bilgisayar destekli fen bilgisi eğitimi. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, MEB, ÖYGM.
- Stavridou, H. ve Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20(2), 205-221.
- Stephans, J. (2003). *Targeting students' science misconceptions. Physical science concepts using the conceptual change model*. Tampa, FL: Showboard.
- Suwandy, F. I. ve Irhasyurna, Y. (2017). Misconceptions of reaction rates on high school level in Banjarmasin. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 7(1), 54-61.
- Sümen, A. Ü. ve Şendur, G. (2015). Öğrencilerin kimyasal tepkimelerde hız konusundaki kavramsal algılamalarında örnek olaya dayalı öğretimin etkisinin araştırılması. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 8(2), 236-267.
- Şatay, T. (2010). *Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Taber, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, 31, 100-103.
- Tekin, S, Kolomuç, A. ve Ayas, A. (2004). Kavramsal değişim metinlerini kullanarak çözünürlük kavramını daha etkili öğretebilir miyim? *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 85-102.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Topalsan Kınık, A. (2015). *Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi ve bulunan yanlışların oluşturulan argüman ortamları ile giderilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Tunç, S. (Ed.) (2019). Ortaöğretim fen lisesi kimya 11 ders kitabı. Ankara: MEB Devlet Kitapları.
- Ürek, R. Ö. ve Tarhan L. (2005). Kovalent bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 168.
- Ülgen, G. (2004). *Kavram geliştirme kuram ve uygulamalar* (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Wheeler, A. E. ve Kass, H. (1978). Student misconceptions in chemical equilibrium. *Science Education*, 62(2), 223-232.
- van Driel, J. H., de Vos, W., Verloop, N. ve Dekkers, H. (1998). Developing secondary students' conceptions of chemical reactions: The introduction of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 20(4), 379-392.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

EKLER

EK A: Ontolojik Kategoriler, Alt Kategoriler ve Özellikleri

Dünyadaki varlıklar hakkındaki kavrayışlarımızın doğasının epistemolojik bir varsayımı (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994, s.29).

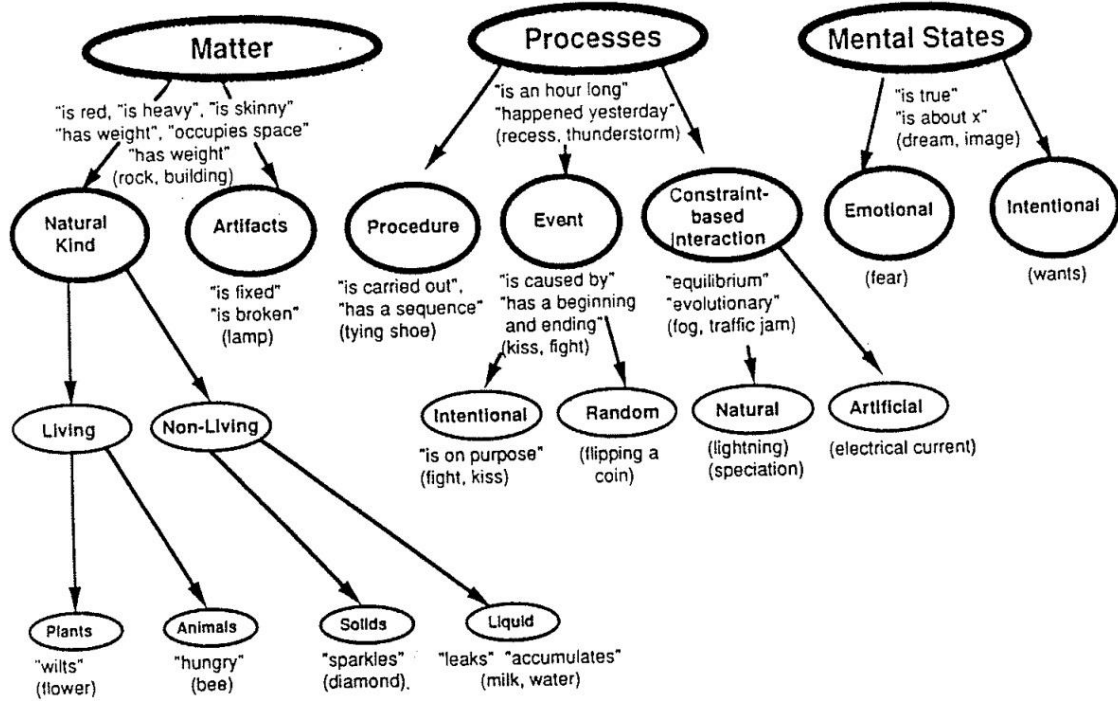


Figure 1. An epistemological supposition of the nature of our conceptions about the entities in the world.

EK B: Kimyasal Tepkimelerde Hız Kavram Testi (Cevapları ile Birlikte)

Sevgili öğrenciler, aşağıda yer alan test sizlerin kimyasal tepkimelerde hız konusunda sahip olduğunuz bilimsel bilgileri belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Testte, kimyasal tepkimelerde hız ile ilgili ifadeler ve her ifade karşısında “Doğru” ve “Yanlış” seçenekleri yer almaktadır. Her ifadeyi dikkatlice okuduktan sonra sizin için en uygun olan seçeneğe çarpı (X) işareti koyunuz. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

No	İfadeler	Doğru	Yanlış
1	Tepkime hızı negatif değer alamaz.	X	
2	Katalizör, oluşan ürün miktarını artırır.		X
3	Aktivasyon enerjisi, tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli olan sıcaklıktır.		X
4	Endotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını azaltır.		X
5	Tepkime hızı, tepkime süresince sabittir.		X
6	Hacim değişimi tepkime hızını etkiler.	X	
7	Aktivasyon enerjisi büyük olan tepkimeler daha yavaş gerçekleşir.	X	
8	Aynı sıcaklıkta gerçekleşen iki tepkimenin tepkime hızları da aynıdır.		X
9	Tepkimeye giren maddelerin derişiminin artırılması aktivasyon enerjisini artırır.		X
10	Katalizör kullanıldığında tepkimenin sonunda farklı ürün oluşabilir.		X
11	Tepkime hızı, tepkimenin gerçekleşmesi için gereken süredir.		X
12	Çok adımlı tepkimelerde aktivasyon enerjisi düşük olan adım yavaş olandır.		X
13	Tepkime hızı, birim zamanda ürüne dönüşen madde miktarıdır.	X	
14	Katalizör, tepkime ısını etkiler.		X
15	Maddelerin derişiminin artırılması tepkime hızını artırır.	X	
16	Ekzotermik tepkime ısı verdiği için yavaştır.		X
17	Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin kinetik enerjisidir.		X
18	Basınç değişimi tepkime hızını etkilemez.		X
19	Katalizör, tepkime hızını artırır.	X	
20	Tepkime hızı, birim hacimdeki değişen mol sayısıdır.		X
21	Aktivasyon enerjisi, tepkimeye girenlerin potansiyel enerjisidir.		X
22	Maddelerin derişimi arttıkça tepkimenin gerçekleşme süresi azalır.		X
23	Tepkimenin hız birimi, tepkimeye giren maddelerin derişimlerinin çarpımına eşittir.		X
24	Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin derişimi düştükçe azalır.	X	
25	Katalizör, aktivasyon enerjisini azaltır.	X	
26	Endotermik tepkime ısı aldığı için hızlıdır.		X
27	Katalizör, tepkime mekanizmasında yer alan basamak sayısını azaltır.		X
28	Aktivasyon enerjilerine göre tepkime hızlarını karşılaştırmak mümkündür.	X	
29	Tepkime hızı, sıcaklık değişiminden etkilenir.	X	
30	Aktivasyon enerjisini geçen tanecik sayısı ne kadar fazla ise etkin çarpışma sayısı da o kadar fazladır.	X	
31	Katalizör, tepkimeye girip değişerek çıkan maddedir.		X
32	Ekzotermik tepkimelerde sıcaklık artışı tepkime hızını artırır.	X	
33	Katalizör miktarı artırılırsa tepkime hızı artar.		X
34	Tepkimenin hız denklemi, tepkimeye giren maddelerin her birinin molar derişiminin denklemindeki katsayıları ile çarpılmasından elde edilir.		X
35	Tepkime hızı, tepkimeye girenlerin ürünlere dönüşme süresidir.		X

Not: Doğru ve yanlış sütunlarında yer alan “X” işareti bilimsel cevaplardır. Tezi okuyacak kişilere bilgi olması amacıyla “X” işareti konmuştur. Öğrencilere uygulanan testte “X” işareti bulunmamaktadır. Tabloda, toplam 35 madde olup bunlardan 23’ü kavram yanlışlığı ifadesi, 12’si ise bilimsel olarak doğru ifadedir.

EK C: İzin Belgeleri

Evrak Tarih ve Sayısı: 31.03.2022-E.129905



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : E-49683895-044-129905
Konu : Milli Eğitim Müdürlüğü Anket
Çalışması İzin Hk./ Mürüvvet Bengi
ÇETİN

31.03.2022

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 29.03.2022 tarihli ve 28711322/044/128869 sayılı yazı.

İlgi yazı gereği Anabilim Dalınız Kimya Eğitimi Bilim Dalı 201812669002 numaralı Yüksek Lisans programı öğrencisi Mürüvvet Bengü ÇETİN'in "Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde İncelenmesi" konulu Yüksek Lisans tez çalışması kapsamındaki anket çalışması ile ilgili Kütahya Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğünün cevabi yazısı ekte sunulmuştur.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Doç. Dr. Alaaddin TOKTAŞ
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

Ek:Yazı ve Ekleri (3 Sayfa)

Dağıtım:
Gereği: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Başkanlığı
Bilgi: Prof. Dr. Bülent PEKDAĞ

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSLKD0DP45 Pin Kodu :71852

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-cbys>





T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : E-28711322-044-128869
Konu : Anket Çalışması (Mürüvvet Bengü
ÇETİN)

29.03.2022

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Kütahya Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğünün Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mürüvvet Bengi ÇETİN'in "Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde İncelenmesi" konulu çalışması ile ilgili 25.03.2022 tarihli ve E-53490996-4446442287 sayılı yazısı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet NARLI
Rektör Yardımcısı

Ek:Yazı (2 Sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSLKDLKF35 Pin Kodu :52613

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-ebys>





T.C.
KÜTAHYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-53490996-44-46442287
Konu : Anket İzni

25.03.2022

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : a) 07.01.2022 tarihli ve E-28711322-044-103411 sayılı yazınız.
b) 24.03.2022 tarihli ve E-53490996-44-46409925 sayılı onay.

Üniversiteniz Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mürüvvet Bengü ÇETİN' in **"Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde İncelenmesi"** konulu tez çalışması kapsamındaki anket çalışması için Valilik Makamından alınan ilgi (b) onay ekte gönderilmiştir.

İlgili anket çalışmasının tamamlandıktan sonra bir örneğinin Müdürlüğümüz Ar-Ge birimine gönderilmesini arz ederim.

Hasan BAŞYİĞİT
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek: İlgi (b) onay (1 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



T.C.
KÜTAHYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-53490996-44-46409925
Konu : Anket İzni

24/03/2022

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/02 nolu Genelgesi.
b) Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğünün 07.01.2022 tarihli ve E-28711322-044-103411 sayılı yazısı.

İlgi (a) genelge doğrultusunda, Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğünün ilgi (b) yazısında, Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mürüvvet Bengü ÇETİN' in **"Kimyasal Tepkimelerde Hız Konusunda Öğrencilerin Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde İncelenmesi"** konulu tez çalışması kapsamındaki anket çalışmasını İlimiz genelinde bulunan Kütahya Lisesi, Fatih Anadolu Lisesi, Atatürk Anadolu Lisesi, Kütahya Necip Fazıl Kısakürek Anadolu Lisesi, Tavşanlı Anadolu Lisesi, Tavşanlı IMKB Anadolu Lisesi, Tavşanlı 15 Temmuz Şehitleri Fen Lisesinde öğrenim gören öğrencilere uygulamak istediği belirtilmektedir.

İl Millî Eğitim Şube Müdürü Mustafa TOPUZ' un başkanlığında toplanan değerlendirme komisyonu yapmış olduğu inceleme sonucunda söz konusu anket izni uygulama çalışmasının uygulanabilir olduğuna karar vermiş olup, eğitim - öğretimi aksatmadan, konunun dışına çıkmamaları, bütün sorumluluğun ilgililere ve okul müdürlüğüne ait olmak üzere yukarıda belirtilen anket çalışmasının tamamlandıktan sonra bir örneğinin Müdürlüğümüze verilmek üzere yapılmasını;

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Hasan BAŞYİĞİT
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR
Hasan ERKAL
Vali a.
Vali Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Mürüvvet Bengü ÇETİN

Doğum Tarihi ve Yeri:

e-posta:

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Kimya Eğitimi	2018-2022
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ Fen Bilgisi Öğretmenliği	2012-2016
Lise	Özel Yavuz Selim Anadolu Lisesi	2009-2012