

## KAVRAM YANILGILARI VE OLASI NEDENLERİ: KAYNAMA KAVRAMI

*Bayram COŞTU, Alipaşa AYAS, Suat ÜNAL*

*Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Trabzon-Türkiye*

### Özet

*Bu çalışma, kaynama kavramı ile ilgili yanlışları ve bunların olası nedenlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaca ulaşmak için ilk olarak kaynama kavramıyla ilgili ulusal ve uluslar arası literatürde yapılan çalışmalar incelenerek, kavram yanlışları belirlenmiştir. Sonrasında belirlenen kavram yanlışlarını bulunduran bir doküman hazırlanmış ve hazırlanan doküman yardımıyla 7 kimya öğretmeniyle yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Elde edilen bulgular kullanılarak, kaynama kavramı ile ilgili yanlışlar ve bunların olası nedenleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan yararlanarak bu kavramın öğretimine yönelik önerilerde bulunulmuştur.*

*Anahtar Kelimeler: Kavram yanlışları ve nedenleri, kaynama, kavramsal değişim*

## MISCONCEPTIONS ABOUT BOILING AND THEIR POSSIBLE REASONS

### Abstract

*The aim of this study is to determine students' misconceptions about boiling concept and possible reasons of them. In order to achieve this aim, firstly it was examined national and international studies about boiling concept by which students' misconceptions were determined. Afterwards, it was prepared a document in which these misconceptions were included. By this document, semi-structured interviews were conducted with 7 chemistry teachers who responsible for teaching boiling concept. From the collected data, students' misconceptions and their possible reasons were elicited. From the results of the study, it was put forward to suggestions about boiling concept teaching.*

*Keywords: Misconceptions and their reasons, boiling, conceptual change*

### 1. Giriş

Fen bilimlerinde kavram öğretiminin önemli olduğu bilinmektedir. Bu öneminden dolayı, fen eğitimcileri konuların geneline yönelik araştırmalar yürütmekten ziyade son yıllarda fen konularının öğrencilere öğretilmesinde kavram boyutuna ağırlık vermişlerdir. Bu bağlamda, kavram öğretiminin başlangıç aşaması olan kavram yanlışları belirleme alanında birçok çalışma yapılmıştır. Gerek ülkemizde ve gerekse diğer dünya ülkelerinde yapılan çalışmalarda, öğrencilerin ders ortamına gelmeden önce ve sonra kavramlarla ilgili birtakım yanlış düşünce içerisinde buldukları belirtilmektedir. Bu türden fikirleri ifade etmek için de, “kavram yanlışlığı” “alternatif yapılar”, “çocukların bilimi”, “ön kavramlar”, “genel duyu kavramları”, “kendiliğinden oluşan bilgiler” veya “yetersiz kavrama” gibi çok çeşitli terimler kullanılmaktadır (1, 2).

Farklı şekillerde oluşmuş ve öğrencilerin zihinlerinde güçlü bir şekilde tutulan yanlışları değiştirerek onları bilimsel olarak kabul edilen anlamalara dönüştürecek öğretim stratejileri ve bu yönde yapılan araştırmalar “kavramsal değişim” başlığı altında irdelenmektedir. Kavramsal değişim çalışmalarının başlangıç noktası kavram yanlışlarının ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması aşamasıdır. Case ve Fraser (3)’in çalışmasında da vurguladığı üzere, kavram yanlışlarını gidermek ya da kavramsal değişimi gerçekleştirmek için geliştirilecek etkinliklerin başarılı olabilmesi için kavram yanlışlarının ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Eğer bu işlem tam olarak yerine getirilemezse hazırlanan etkinliklerin istenilen başarıyı gerçekleştirme noktasında yeterince etkili olamayacağı belirtilmektedir (3). Ayrıca kavram yanlışları ve bunların olası nedenleri ve giderilmesine ilişkin elde edilecek bilgiler de kavram öğretimi açısından da oldukça önemlidir. Çünkü kavram öğretimi için hazırlanacak öğretim materyallerinin geliştirilmesi aşamasında bahsedilen bilgilerden azami düzeyde faydalanılmaktadır.

Yukarıda da bahsedildiği üzere, kavramsal değişimin gerçekleşmesi için öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları kavram yanlışları ve bunların nedenlerinin ortaya çıkartılması gerekmektedir. Bu süreçte; kavram yanlışları ile ilgili öğretmenlerin görüşlerinin alınması, kavramsal değişimi daha da kolay hale getireceği de düşünülmektedir. Belirtilen iki husus dikkate alınarak bu çalışma planlanmıştır. Bu çalışma, kaynama kavramı ile ilgili kavram yanlışları ve bunların olası nedenlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. Yöntem

Bu çalışma nitel bir alan çalışması olarak tasarlanmıştır. Bu yöntem kapsamında veri toplama aracı olarak mülakat metodu kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak kaynama kavramıyla ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak incelenmiş ve kavram yanlışları belirlenmiştir. Kavram yanlışlarının belirlenmesi işlemi, literatüre dayalı olarak yapılmıştır. Bunun en önemli nedeni olarak, araştırma konusu ile ilgili gerek ulusal ve gerekse uluslararası literatürde çok sayıda araştırmanın bulunması verilebilir (4). Kavram yanlışlarının belirlenmesinden sonra, bu yanlışları düzenli bir şekilde bulunduran yazılı bir doküman hazırlanmıştır. Hazırlanan bu doküman yardımıyla Tablo 1’de verilen farklı deneyimlere sahip 7 öğretmen ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüş ve öğretmenlerin bu yanlışların olası nedenleri hakkında görüşleri alınmıştır. Ayrıca öğretmenlerin kendilerine sunulan kavram yanlışlarını nasıl giderilebileceğine ilişkin önerileri de alınmıştır.

**Tablo 1. Mülakata katılan öğretmenlerin mezuniyet durumları ve mesleki deneyimleri**

Öğretmenler	Mezun Oldukları Fakülte	Görev Yaptığı Okul	Mesleki Deneyimi
A Öğretmeni	Eğitim Enstitüsü	Genel Lise	28
B Öğretmeni	Eğitim Enstitüsü	Genel Lise	27
C Öğretmeni	Fen-Edebiyat Fakültesi	Genel Lise	17
D Öğretmeni	Eğitim Fakültesi	Genel Lise	23
E Öğretmeni	Eğitim Fakültesi	Genel Lise	19
F Öğretmeni	Eğitim Fakültesi (Yüksek Lisans)	Genel Lise	13
G Öğretmeni	Eğitim Fakültesi (Yüksek Lisans)	Genel Lise	12

Tablo 1’de de görüldüğü gibi öğretmenler ortaöğretim kurumlarında görev alan öğretmenlerden seçilmiştir. Bunun en önemli nedeni, kaynama kavramının lise seviyesinde ayrıntılı olarak verilmesidir.

### ***Kaynama Kavramı İle İlgili Kavram Yanılgıları:***

Kaynama ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla gerek ulusal ve gerekse uluslar arası literatürde birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalardan elde edilen kavram yanılgıları, aşağıda başlıklar altında ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

#### ***1. Kaynama Kavramı ve Temel Özellikleri***

Yapılan çalışmalar öğrencilerin kaynama ve buharlaşma olaylarını çoğunlukla birbirleriyle karıştırdıklarını ve bunun yanı sıra kaynama kavramı ile ilgili bazı temel özellikleri zihinlerinde tam olarak yapılandıramadıklarını göstermektedir. Kaynama kavramının temel özellikleri hakkında literatürde yapılan bu çalışmalar (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) sonunda belirlenen öğrenci yanılgıları özetle şunlardır:

- Sıvı kaynarken oluşan enerji dengesi tam olarak anlaşılmamaktadır. Sıvının kaynama sıcaklığına (kaynama noktası) kadar ısıtılmaya devam edildiğinde sıcaklığın artıyor olduğuna inanılmaktadır.
- Buhar basıncı kavramı, atmosfer basıncı kavramıyla karıştırılmaktadır. Öğrencilerin bazıları kaynama noktasında, farklı sıvıların buhar basınçlarının da farklı olacağını düşünmektedirler.
- Dinamik denge ile ilgili kavramlar, öğrencilerin zihinlerinde tam olarak yapılanmamıştır.
- Kaynamanın kimyasal bir reaksiyon olduğuna inanılmaktadır.
- Suyun kaynama noktası ya da kaynama sıcaklığının, o maddenin sıcaklığının artırılabilirdiği en yüksek sıcaklık olduğuna inanılmaktadır.
- Kaynama sıcaklığının değişmeyen sabit bir nokta olduğuna inanılmaktadır.
- Kaynama olayının sıvı yüzeyinde gerçekleşen bir olay olduğuna inanılmaktadır.
- Kaynama esnasında sıcaklığın artacağına inanılmaktadır.

Kaynama kavramının öğrenciler tarafından tam anlaşılamaması, ilgili literatürde çoğunlukla olayın gözle görülemeyen durumlarla ilgili olmasına dayandırılmaktadır (11, 13). Paik et al. (11) tarafından yapılan çalışmada kaynama kavramının anlaşılmasının nedeni “*Öğrencilerin gözle görülemeyen durumlarla ilgili -yani kaynama ve yoğunlaşma olayı ile ilgili- öğretimin diğer hal değişim kavramlarına buharlaşma, erime vb. göre daha önce yapılması; öğrencinin anlamasını zorlaştırmaktadır*” şeklinde açıklanmıştır.

#### ***2. Kaynama Anında Oluşan Kabarcıkların Mahiyeti***

Kaynama kavramıyla ilgili literatürde var olan çalışmaların tamamına yakınında kaynama anında oluşan kabarcıklar içerisinde bulunan maddenin ne olduğuna ilişkin bir soruya yer verilmiştir (1, 2, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21). Yapılan bu çalışmaların sonuçları, öğrencilerin kaynama anında oluşan kabarcıkların içerisinde aşağıda belirtilen maddelerin bulduklarını belirtmişlerdir. Bu açıklamalar, öğrencilerin bu konuda birtakım yanılgılarının olduğunu göstermektedir. Öğrenciler kabarcıklar içerisinde;

Isı	Hava
Oksijen (O <sub>2</sub> ) ve hidrojen (H <sub>2</sub> ) gazı	Sıcak Hava
Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> ) gazı bulunduğunu belirtmektedir.	

Kaynama anında oluşan kabarcıklar ile ilgili olarak; yukarıda da belirtildiği gibi, öğrenciler çok çeşitli yanlış içerikli cevaplar vermektedirler. Fakat, onların çoğunluğu kabarcıklar içerisinde “hava” olduğuna inanmaktadırlar. Kabarcıkların içerisinde ısı olduğunu belirten öğrenciler, ısının bir madde olduğu gibi bir yanlış anlama içerisinde olduklarıdır.

Öğrencilerin kabarcıklar içerisinde hidrojen ve oksijen gazının bulunduğunu belirtmesinin nedeni olarak; Henriques (13) yaptığı literatür taramasına bağlı olarak şu açıklamayı yapmıştır. “Öğrenciler suyun hidrojen ve oksijen gazlarından oluştuğunu bilmektedirler ve bundan dolayı da kabarcıklar içerisinde bu gazların bulunduğunu belirtmektedirler. Ayrıca onlar, kabarcıkların içerisini tam olarak göremediklerinden ve kabarcıkların havaya yükseldiğinde kaybolduğunu gözlemlediklerinden dolayı, muhtemelen bu kabarcıkların oksijen ve hidrojen gazlarından oluştuğu yorumunu yapmaktadırlar”.

Farklı sıvılar (sıvı ve alkol) kullanılarak yapılan araştırmalarda ise (1, 2, 21, 22) öğrencilerin, literatürde belirtilmeyen “kabarcıkların içerisi boştur” ve “kabarcıkların içerisinde suda çözünmeyen gaz molekülleri vardır” gibi çok çeşitli görüşler de ileri sürdükleri belirtilmektedir. Bu durumun nedeni, alkolün ve sıvının kaynaması olaylarının öğrenciler tarafından suyun kaynaması olayından farklı olarak algılanmasına dayandırılmıştır. Öğrencilerin sıvı ve alkolün kaynaması olaylarının sudan farklı bir olaymış gibi algılamaları ise öğretim süresince “su” örneğinin sıklıkla kullanılmasından kaynaklandığı bu alanda yapılmış bir çalışmada belirtilmektedir (22).

Kaynama kavramıyla ilgili yapılan çalışmalarda, kaynama anında sudan ya da sıvıdan yükselen dumanın içeriği ile ilgili olarak da öğrencilere sorular sorulmuştur (1, 2, 15, 19, 21, 24). Bu çalışmalardan elde edilen bulgular öğrencilerin çıkan duman içeriği hakkında aşağıdaki görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu görüşler;

Havadır	Sıcak Havadır
Oksijen (O <sub>2</sub> ) ve hidrojen (H <sub>2</sub> ) gazlarıdır	Su ve Isıdır
Suyun bir başka halidir	Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> ) gazıdır
Suyun içerisindeki yabancı maddelerdir	

Öğrencilerin, bu yanlışlı düşüncelerden çoğunlukla “hava” ve “oksijen ve hidrojen gazlarının” bu dumansı yapıyı oluşturacağını belirttikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin kaynayan sudan yükselen dumanın oksijen ve hidrojen gazından oluştuğunu belirtmesinin nedeni olarak; Henriques (13) “Öğrenciler, kabarcıklar içerisinde hidrojen ve oksijen gazları bulunur şeklindeki açıklamalarına paralellik göstermesi açısından bu türden açıklama yapabilirler” şeklinde bir açıklama getirmiştir. Yukarıdaki görüşler suyun kaynamasına ilişkin öğrenci yanlışları olup, sudan farklı sıvı kullanıldığında -örneğin alkol kullanıldığında- daha farklı cevaplar verdiği de tespit edilmiştir (1, 2, 21). Bunlar;

- Alkolün gazıdır
- Alkolün yapısı farklıdır. Bundan dolayı beyazımsı duman oluşur
- Su buharıdır
- Alkol içindeki asittir

- Alkol içindeki bir maddeden dolayı bu beyaz duman oluşur
- Soğuk havadır
- Alkol yanıcı ve uçucu bir madde olduğundan içinde uçucu türü olan maddedir
- Karbonlu bir gazdır.

Bu durum, öğrencilerin sudan farklı sıvıların kaynama anındaki değişimleri ile ilgili bilgi ve deneyimlerinin olmamasıyla açıklanmaktadır.

### 3. Kaynamaya Etki Eden Faktörler

Kaynama sıcaklığına etki eden faktörlerle ilgili birtakım araştırmalar yapılmış ve öğrencilerde bazı yanılgılı düşünceler ortaya çıkartılmıştır. Yapılan çalışmaların bazılarında (1, 2, 5, 6, 21, 24) öğrencilere, kaynamakta olan suyun fazladan beş dakika daha ısıtılması durumunda kaynama sıcaklığının nasıl değişeceği ile ilgili bir soru sorulmuştur. Bu soruyla belirlenen öğrencilerin yanılgılı cevapları aşağıda belirtilmiştir.

- Suyun sıcaklığı 100°C den daha büyük olur
- Su ne kadar uzun süre ısıtılırsa o kadar sıcaklık artar
- Suyun sıcaklığını belirleyen, ocağın ısı derecesidir

Bir diğer soru ise, “Eğer ocağın ayarı artırılırsa ne olur?” şeklindedir. Bu soruya ise öğrencilerin bazıları “Sıcaklık 100°C den daha fazla olur” şeklinde cevap vermişlerdir.

Bu yanılgılı düşüncelerden yola çıkarak araştırmacılar, öğrencilerin bazıları kaynama süresi ve sağlanan enerjinin kaynama sıcaklığına etki ettiğini düşünmekte oldukları sonucunu çıkartmışlardır. Ayrıca onlar bu görüşlerden “ısı” ve “sıcak” kavramlarının aynı şeyler olduğu gibi bir yanılgıya da düştüklerini tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin kaynama kavramı ile sorulan soruları cevaplandırırken maddenin tanecikli yapısını çoğu zaman kullanamadıkları da belirtilmektedir (2, 11)

Bu yanılgılar dışında, kaynama sıcaklığına etki eden faktörlerle ilgili aşağıda belirtilen yanılgılar da tespit edilmiştir (25, 26).

- Her bir sıvının belli bir kaynama sıcaklığı vardır ve hiçbir zaman değişmez. Dış basınç kaynama noktasına etki etmez.
- Dış basıncın kaynama sıcaklığına etkisi ile ilgili olarak bazı öğrenciler, basıncın sadece gazlara etki ettiğini, sıvı maddelere etki etmediğini düşünmektedir.
- Su sadece 100°C’de kaynar
- Sıvıların kaynama noktasının değişmesinde sadece atmosfer basıncı etkilidir.

Johnson (28), yapmış olduğu çalışmada kaynama kavramının öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamak için maddenin “gaz” hali ile ilgili fikirlerinin ve “maddenin tanecikli fikri”nin geliştirilmesi gerektiğini önermektedir. Bunun için suyun kendi başına gaz halinde bulunması ile ilgili davranışı ve havayla karıştığında davranışın geliştirilmesi gerektiği verilmelidir. Yani sıcaklık artınca gazların çözünmesinin azalacağı fikri ile kaynama esnasında sıvı haldeki maddenin gaz haline geçmesinin birbirinden ayrı olaylar olduğu kavratılmak suretiyle verilmelidir (27, 28, 29).

### 4. Çözeltilerde Kaynama Olayı

Bir saf çözücü içerisinde uçuculuğu az olan bir katı madde çözünmesi durumunda kaynama sıcaklığındaki değişmeye ilişkin olarak öğrencilerin aşağıdaki yanlış anlamalara sahip oldukları yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (9, 10, 30). Bu yanılgılar;

- Saf çözücü içerisinde bir miktar katı çözüldüğünde buhar basıncının düşer. Bunun nedeni; çözücü ile çözünen madde arasındaki moleküler arası çekim kuvvetlerinin, çözüldükten çözünen maddenin kaçmasına engel olmasıdır.
- Saf suya atılan NaCl, su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerini azaltır ve daha çok su moleküllü buharlaşır. Bundan dolayı buhar basıncı artar.
- Çözeltilerin kaynama noktaları kendilerini oluşturan saf sıvıların kaynama noktalarından her zaman yüksektir.
- Molekül kütlesi düşük olan sıvının kaynama noktası da düşüktür ve buhar basıncı daha yüksektir.

Yukarıdaki kavram yanılgılarından da anlaşılacağı üzere; araştırmacılar öğrencilerin buhar basıncı düşmesi, kaynama noktası yükselmesi gibi çözeltilerin kolligatif özelliklerin açıklanmasında birtakım zorluklar yaşadığını belirtmektedirler. Bu zorlukların nedeni olarak Azizoğlu ve Alkan (9), öğrencilerin tanecik sayısı yerine moleküller arası etkileşimleri esas neden olarak kullanmakta olduklarını belirtmiştir.

Yukarıdaki paragraflarda dört başlık altında özetlenen kavram yanılgılarının olası nedenleri ve giderilme yolları hakkında öğretmenlerin görüşleri yarı yapılandırılmış mülakatlar yardımıyla alınmıştır.

### 3. Bulgular

Kaynama kavramı ile ilgili literatür taraması sonunda dört başlık altında özetlenen kavram yanılgıları, öğretmenlere sunularak onların görüşleri alınmıştır. Öğretmenlerin bu yanılgıların olası nedenleri ve giderilme yolları hakkındaki açıklamaları başlıklar altında ayrıntılı olarak verilmiştir.

Mülakatlardan elde edilen bulgular verilirken, mülakattaki sorulara yer verilmeden sadece öğretmenlerin görüşleri, araştırmacı tarafından özetlenerek verilmiştir. Bulgular verilirken kullanılan kısaltmalar ise şu şekildedir;

I: Mülakatçı

A, B, C, D, E, F ve G : Tablo 5’de mezun olduğu okul ve deneyimleri verilen öğretmenler

#### 3.1. Kaynama Kavramı ve Temel Özellikleri Hakkında Öğretmen Görüşleri

- A:** Bilgi eksikliğinden dolayı da bu yanılgılar oluşabilir. Örneğin “*kaynama sıvılar için ayırt edici olup belli değerlerdedir*” şeklindeki bir bilgi kaynamanın sabit ve değişmez bir değerde olduğu sonucunun çıkartılmasına neden olabilir. Bundan dolayı anlatım esnasında bu türden bilgi ve ifadeleri kullanırken dikkat edilmeli ya da ifadeler gerekli açıklamalarla desteklenmelidir. Ayrıca öğrenciler, kaynama esnasında oluşan beyazımsı dumanın oluşması nedeniyle bu olayın kimyasal bir değişme olabileceğini düşünebilir.
- B:** Kaynama anında sıcaklığın artışı ile ilgili olarak öğrencilere genellikle sıcaklık artışı ile kaynama süresi orantılı olduğu verilmektedir. Ayrıca öğrenciler bu kavramla ilgili geçen olayları somut olarak düşünememektedirler. Bunu daha etkili bir şekilde öğrencilere anlatmak için daha çok güncel hayatta karşılaştıkları örnekler verilmesinin uygun olduğu düşüncesindeyim. Maddelerin ayırt edici özelliklerinden biri olarak kaynama noktası verilmektedir. Öğrenciler de verilen bu özelliği gereğinden fazla genelleyerek kaynama noktasının sabit değerde olduğu gibi yoruma gidebilmektedirler.

- C:** Kaynama anında sıcaklığın sabit olması durumunu öğrenciler tam olarak anlamamaktadırlar. Bunun önemli nedenlerinden birisi de öğrencilere Kinetik Enerji (KE) ve Potansiyel Enerji (PE) kavramlarının tam olarak kavratılamaması olduğunu düşünmekteyim. Her ısınma olayında sıcaklık arttığı için öğrenciler kaynama esnasında da sıcaklığın artacağına inanmaktadırlar. Öğrenciler KE ve PE kavramlarını tam olarak zihinlerinde yapılandıramıyorlar.
- D:** Kaynama için gerekli olan şartları öğrencilere tam olarak veremediğimizden dolayı onlar kaynamanın sabit bir nokta olduğuna inanmaktadırlar. Örneğin su normal şartlar altında 100°C de kaynar ifadesinde biz öğretmenler olarak bu normal koşullar üzerinde çok fazla durmadan geçmekteyiz. Bundan dolayı da öğrenciler şartlar değiştirilmesiyle olabilecek durumları tam olarak anlayamamaktadırlar. Ayrıca kitaplarda farklı şartlarda kaynama sıcaklığın farklı olacağına ilişkin deney sonuçlarına da yer verilmemesi öğrencinin bu türden düşünmesini de teşvik etmektedir.
- E:** Konu anlatımında deney azlığından dolayı sizin de belirttiğiniz gibi bazı kavram yanılgıları öğrencilerde görülmektedir. Deneyler yapılarak farklı şartlarda kaynama durumları öğrencilere gösterilmelidir. Öğrencilerin kaynama esnasında sıcaklığın artması ile ilgili yanılgıları ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki farkın iyi verilememesinden kaynaklandığını düşünmekteyim.
- F:** Konunun hem öğretmen hem de kitaptaki anlatımdan dolayı bazı yanlışlıklar öğrencilerde oluşmaktadır. Örneğin “Kaynama sıvılar için ayırt edici bir özellik olup her sıvı farklı sıcaklıkta kaynar” ifadesini hem öğretmenin hem de kitaptaki ifadeler arasında rastlamak mümkündür. Bu ifade kullanıldığında, öğrenci bu ifadeyi genelleme suretiyle “*kaynama noktasında, farklı sıvıların buhar basınçlarının da farklı olur*” şeklinde düşünebilir.

### 3.2. Kaynama Anında Oluşan Kabarcıkların Mahiyeti Hakkında Öğretmen Görüşleri

- A:** Kaynama esnasında oluşan kabarcıklar içerisinde sizin söylediğiniz görüşlere sahip öğrenciler, kaynamanın kimyasal bir olay olduğunu düşünmektedirler bence. Yalnızca bu görüşlere sahip olan öğrenciler bu yanılgılara düşebilirler. O halde kaynamanın kimyasal bir olay olmadığı öğrencilere gösterilmelidir. Bu sağlanırsa bu yanılgıların oluşması engellenebilir.
- B:** Kaynama anında oluşan kabarcıkların içerisinde hava bulunduğu çoğu öğretmen tarafından belirtilmektedir. Bundan dolayı da öğrenciler bu yanılgıya çoğunlukla düşmektedirler.
- D:** Kaynama anında oluşan kabarcıkların içerisinde hidrojen ve oksijen gazı bulunur şeklindeki açıklaması  $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(s)}$  tepkimesinin her şartta olabileceği gibi bir düşüncenin öğrencilerde var olmasıyla açıklanabilir. Benzer yanılgıların varlığını, kendim de belirlemişimdir. Bundan dolayı suyun oluşumu tepkimesinin her türlü şartta olamayacağı üzerinde vurgu yapılarak öğrencilere anlatılmalıdır.
- E,F,G:** Öğretim esnasında kaynama anında oluşan kabarcıklarla ilgili ayrıntılı bilgi verilmemektedir. Bundan dolayı da öğrenciler, kendilerine sorulan bu soruyu ön bilgi ve deneyimlerine bağlı olarak yorumlayıp cevaplandırmaktadır. Dolayısıyla kabarcıklar içerisinde hava, havayı oluşturan gazlar ve suyun oluşumunda rol alan gazların bulunacağını belirtmektedir. Öğrencilere kaynama konusu anlatılırken bu bilgilere de yer verilmelidir.

### 3.3. Kaynamaya Etki Eden Faktörler Hakkında Öğretmen Görüşleri

- B:** Kaynamaya etki eden faktörlerden biri olan dış basıncı öğrenciler pek dikkate alamamaktadırlar. Kaynama olayının hava ya da dış basınçla ilgili bir olay olmadığı suyun kendisi ile ilgili bir özellik olduğu öğrenciler tarafından düşünülmektedir.
- C:** Basıncın kaynama noktasına etkisi ile ilgili olarak deney yapamamaktayız. Deney yapamadığımızdan dolayı da bu etkiyi sözel olarak ifade etmekteyiz. Her ne kadar gerekli açıklamaları yapsak da öğrenciler açıklamanın ardından yüzeysel öğrendiklerinden dolayı bu etkiyi tam olarak anlayamamaktadır. Bunun önlenmesi için bu etkiyi anlatabilecek bir deneyin tasarlanıp öğrencilere gösterilmesi gerekmektedir. Bu etki birçok öğrenci tarafından da karıştırıldığını tespit etmiş bulunmaktayım. Basıncın kaynama noktasına etkisini güncel hayattan örnekler verirken daha dikkatli olunması gerektiği görüşündeyim. Çünkü eğer ders ortamında hep aynı örnekler kullanılırsa, öğrenci bu örnekleri ezberleme yoluna giderek örneğin altında yatan bilimsel gerçeği göz ardı etme durumu söz konusudur.
- D,G:** Öğrenciler, kaynamaya etki eden faktörlerden biri olan dış basıncının etkisini çoğu durumda göz önünde bulunduramamaktadırlar. Bu ilişkiyi çoğu derste tekrar etmeme rağmen dış basınç-kaynama ilişkisi ile ilgili sorulara öğrenciler cevap vermekte zorlanmaktadırlar. Kaynamaya etki eden faktörlerin her birine ilişkin deneyler tasarlanması bu konunun öğretiminde oldukça önemli olacağına inanmaktayım.
- F:** Dış basınç etkisi, oldukça önemli bir etki olmasına rağmen soyut olduğundan dolayı birçok öğrenci tarafından anlaşılmamaktadır. Bu konunun anlatımında somutlaştırmak için derste birçok örnek vermekteyim fakat öğrencilere verdiğimden farklı örnekler sunduğumda öğrendiklerini uygulayamamaktalar. Kaynama noktası (örneğin 100°C) suyun artırılabilirdiği en yüksek sıcaklık olarak düşünmesi oldukça normal. Çünkü öğrenciler normal şartlar altında suyu ısıtmaya başladıklarında suyun sıcaklığını 100°C' den daha yüksek sıcaklığa kadar çıkaramamışlardır. Bundan dolayı öğrenciler kaynama sıcaklığının sıvının en yüksek sıcaklığı olarak düşünmektedirler. Bu yanılgıyı gidermek için öğrencilerin bazı denemeler yapmalarını sağlamalıyız.

### 3.3. Çözeltilerde Kaynama Olayı Hakkında Öğretmen Görüşleri

- D:** Çözücü içerisinde uçucu olmayan bir madde çözüldüğünde kaynama ve erime noktasında meydana gelen değişimlerle ilgili olarak öğrenciler yanlış ifadeler kullanmaktadırlar. Buna bir örnek olarak erime noktasının düşmesini sağlamak için yollara tuz atılmasını verebilirim. Öğrenciler yollara tuz atılmasının nedenini uçuculuğu az olan tuzun buzun erime noktasını düşüreceğinden çok “*buz tuz atıldığında, tuz buz eritir ya da tuz buz çözer*” şeklindeki düşünceye inanmaktadırlar.

## 4. Tartışma ve Sonuçlar

Mülakat çalışmalarına katılan her bir öğretmenin verdiği cevaplar genel olarak dikkate alındığında, öğretmenler mülakat formunda sunulan kavram yanılgılarının kendi öğrencilerinde de var olduğunu belirtmektedirler. Öğretmenlerin kendi öğrencileri hakkında belirttikleri kavram yanılgılarının çoğunluğu, ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalardakiler ile paralellik göstermektedir (1, 5, 14, 15, 18, 19, 26). Fakat öğretmenler, literatürde belirtilenden farklı birkaç kavram yanılgısının da kendi öğrencilerinde olduğunu belirtmişlerdir. Mülakat çalışmalarına katılan A öğretmenin kaynama olayının buharlaşmadan farklılığı konusunda yaptığı açıklamaya bakıldığında, literatürden farklı “*Kaynama buharlaşmanın hızlı şeklidir*” yanılgısı, bu duruma örnek olarak verilebilir.



Hem literatür hem de öğretmenlerle yapılan mülakat çalışmaları sonunda, kaynama kavramıyla ilgili elde edilen bulgularda kavram yanılgılarının olası nedenleri hakkında birtakım açıklamaların yapıldığı belirlenmiştir. Öğretmenler tarafından yapılan açıklamalar genel olarak değerlendirildiğinde, aşağıda paragraflar altında tartışılan kavram yanılgılarının olası nedenleri tespit edilebilir.

Bulgular üzerinde yapılan incelemeler sonunda ilk olarak, **bilgi eksikliği** kavram yanılgılarının nedenlerinden biri olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına ve öğretmenlerin açıklamalarına göre; bilgi eksikliği olan öğrenciler, kavramlarla ilgili kendilerine sorulan soruları kavramla ilgili mevcut olan bilgilerini kullanarak vermektedirler. Belirlenen kavram yanılgı nedenine ilişkin öğretmen mülakatlarından örnek vermek mümkündür. Örneğin, mülakata katılan A öğretmeni kaynama kavramının özellikleri ile ilgili kendisine sunulan kavram yanılgıları ile ilgili yaptığı açıklamalarda bu durumu dile getirmiştir. A öğretmenin de belirttiği gibi, kaynama olayının tanımı ile ilgili öğrenci zihninde var olan bilgi eksikliği, onların birtakım yanılıklı düşünceleri zihinlerinde oluşturmalarına neden olmaktadır.

İkinci olarak, **somutlaştırma amaçlı deneylerin yapılmamasının** kavram yanılgılarının bir başka nedeni olduğu elde edilen bulgulardan çıkarılabilir. Araştırma sonuçlarına ve öğretmenlerin açıklamalarına göre; öğrenciler somut olarak göremediklerini kendi zihinlerinde farklı şekillerde somutlaştırarak farklı kavram yanılgılarını zihinlerinde yapılandırmaktadırlar. Bu nedene ilişkin literatürde yapılan çalışmalardan örnekler vermek mümkündür. Örneğin, Paik et al. (11) ile Henriques (13) yaptıkları çalışmalarda kaynama kavramının öğrenciler tarafından tam anlaşılmasını, bu olayın gözle görülemeyen durumlarla ilgili olmasına dayandırmaktadırlar. Bundan dolayı da somutlaştırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Somutlaştırma amaçlı deneylerin yapılmamasının öğrencilerde kavram yanılgılarına neden olduğuna ilişkin, mülakata katılan C öğretmenin kaynamaya dış basınç etkisi ile ilgili yaptığı açıklamalar örnek olarak verilebilir.

Üçüncü olarak, **öğretmenlerin konuları sunuş biçimleri** kavram yanılgılarının oluşma nedenlerinden bir diğeri olarak elde edilen bulgulardan çıkarılabilir. Kavram yanılgılarının nedeni ile ilgili belirlenen bu sonuç, literatürde bu alanla ilgili yapılan bazı çalışmalarda da belirtilmektedir (31, 32, 33, 34). Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, öğretmenlerin konuyu sunuş biçimleri ve bunlardaki birtakım eksiklik ya da yanlışlık öğrencilerin bazı yanılıklı düşünceleri zihinlerinde oluşturmalarına neden olmaktadır. Belirlenen kavram yanılgı nedenine ilişkin öğretmen mülakatlarından örnek vermek mümkündür. Mülakata katılan öğretmenlerden D öğretmenin kaynamaya etki eden faktörler ile ilgili yaptığı açıklamalar ile bu neden üzerinde durmaktadır.

Dördüncü olarak, **öğrencilerin önceki deneyimleri ve düşünceleri** kavram yanılgılarının oluşum nedenlerinden bir diğeri olarak elde edilen bulgulardan çıkarılabilir. Elde edilen bulgulara bakıldığında, öğrencilerin önceki deneyimleri ve düşünceleri kavramla ilgili yanılıklı düşünceler oluşturmalarında oldukça önemli bir etken olarak görülmektedir. Belirlenen bu kavram yanılgı nedenine ilişkin mülakat çalışmalarından örnekler vermek mümkündür. Mülakata katılan öğretmenler sıklıkla bu neden üzerinde durmaktadırlar. E, F ve G öğretmenlerinin kaynama anında oluşan kabarcıkların mahiyeti ile ilgili yaptıkları açıklamalar, bu duruma örnek olarak verilebilir.

Beşinci olarak, *ders kitapları* da kavram yanlışlarının oluşmasında önemli nedenlerden biri olarak çalışmada elde edilen bulgulardan çıkarılabilir. Kavram yanlışlarının nedenleri ile ilgili belirlenen bu sonuç, ulusal ve uluslararası literatürde bu alanla ilgili yapılan bazı çalışmalarda da belirtilmektedir (34, 35, 36). Literatürde verilen bu çalışmalar; kitapta yer alan bilgilerin yanlışlık ya da eksikliğinin öğrencilerde kavram yanlışısına neden olduğu kadar kitapta anlatım amaçlı kullanılan şekil ve modellerin de, kavram yanlışlarına neden olduğunu belirtmektedirler. Yapılan araştırmadan elde edilen bulgulardan ise, ders kitaplarının yanlış ya da kavram yanlışısına neden olacak bilgiler içermesinin öğrencilerin yanlışlı düşünceler oluşturmaları açısından önemli olduğu sonucu çıkarılabilir. Belirlenen bu kavram yanlışlığı nedeni, öğretmenlerin mülakatlarda yaptıkları açıklamalarda da dile getirilmiştir.

Altıncı olarak, *yanlış ilişkilendirmelerde bulunmayı* kavram yanlışlarının oluşum nedenlerinden sonuncusu olarak elde edilen bulgulardan çıkarmak mümkündür. Bu durum kavram yanlışlarının nedenlerine ilişkin literatürdeki kaynaklarda, benzetmelere dayalı aşırı genelleme olarak farklı bir şekilde ifade edilmektedir (34, 37). Bu kaynaklar, açıklanması zor ya da soyut kavramları anlamak için insanların sıklıkla benzetmeler kullandığını ve bunların da çoğu zaman yanlış olduğunu bundan dolayı da bireyde yanlış anlamalar ortaya çıktığını belirtmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre ise, öğrenciler önceki öğrenim safhasında aldığı bilgileri ya da deneyimleri yeni öğrendikleri ile yanlış ilişkilendirerek, farklı birtakım görüşleri zihinlerinde yapılandırmaktadırlar.

Yukarıdaki paragraflarda kavram yanlışlarına neden olduğu belirtilen altı olası faktör ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bilindiği üzere, kavram yanlışları farklı öğrenim seviyelerine göre değişiklikler arz etmektedir. Sadece kavram yanlışlarının değil bunların olası nedenlerinin de seviye ve yaşa göre farklılıklar gösterdiğini elde edilen bulgulardan çıkarmak mümkündür. Araştırmada belirlenen altı olası neden, her seviyedeki öğrenci kitlesi için aynı olmayıp farklı seviyelerde öğrenim gören öğrenciler için farklılıklar taşımaktadır. Bu durum, hem literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacılar tarafından hem de öğretmenlerle yapılan mülakatlarda öğretmenler tarafından belirtilmiştir. Öğrenim seviyesi ve yaş arttıkça öğrencilerde oluşan yanlışlarda da farklılıklar görüldüğüne ilişkin olarak literatür çalışmalarından bir örnek verilebilir. Örneğin kaynama esnasında oluşan kabarcıkların mahiyeti ile ilgili araştırmalar, öğrencilerin çoğunluğunun kabarcıklar içerisinde “hava” olduğuna inandıklarını göstermektedir. Fakat bu düşüncelerin oluşumunda yaşlar arasında da bazı farklılıklar olduğu da belirtilmektedir. Örneğin, Bar ve Travis (15)’in çalışmasında yaş olarak küçük olan öğrenciler, görülmeyen hava ya da buhar kavramını tam olarak kabul etmemektedirler. Bundan dolayı onlar kabarcıklar içerisinde su olduğunu ya da ısı, duman var gibi cevaplar vermektedirler. Oysa yaş olarak büyük olan öğrenciler, havanın varlığını kavramaktadırlar. Onlar ise kabarcıklar içerisinde hava olduğunu çoğunlukla belirtmektedirler. Bir başka çalışmada ise (18), yaş olarak küçük olan öğrenciler (10-13 yaş arası) arasında kaynama esnasında oluşan kabarcıkların içeriği ile ilgili soruda; kabarcıklar içerisinde “ısı”nın bulunduğunu söylerlerken, ileri yaş grubundaki öğrenciler ise çoğunlukla “hidrojen ve oksijen” gazlarının bulunduğu belirtmişlerdir. Benzeri bir açıklama Osborne ve Wittrock (38) tarafından da yapılmıştır. Onlara göre ileri öğrenim seviyesindeki öğrenciler, alt öğrenim seviyelerindeki öğrencilere nazaran daha fazla öğretim faaliyetlerinde bulduklarından dolayı daha bilimsel açıklama yapma eğilimi göstermektedirler veya zihinlerinde önceki dönemlerde var olan yanlışları daha da geliştirerek farklı açıklamalar yapmaktadırlar.

Literatür taraması ve öğretmenlerle yapılan mülakatlar neticesinde, kavram yanılgıları ve bunların olası nedenleri ile ilgili birtakım sonuçlar çıkarılmıştır. Bu sonuçlara bağlı kalarak belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik her iki kaynaktan birtakım öneriler toplanmıştır. Elde edilen bulgular ayrıntılı incelendiğinde ise belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesine ilişkin aşağıdaki paragraflar altında ayrıntılı olarak açıklanan stratejilerin ya da önerilerin yerine getirilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

Elde edilen bulgular üzerinde yapılan incelemeler sonunda kavram yanılgılarının giderilmesinde ilk olarak, ***konu ile ilgili görsel nitelik taşıyan deneylerin tasarlanması*** önerisinin dikkate alınması gerektiği, elde edilen bulgularda yer almaktadır. Bulgulara göre, öğrenciler soyut olan bilgileri kendi zihinlerinde doğru olarak somutlaştıramadığından birtakım yanlışlıklar düşünceler oluşturmakta ve bunların doğru olduğuna inanmaktadırlar. Bu şekilde oluşan yanılgıların önlenmesi için elde edilen bulgular da soyut olan kavramları somutlaştırmak amacıyla deneylerin tasarlanması gerektiği belirtilmektedir. Literatürdeki çalışmalardan bir kaç bu öneriyi desteklemektedir. Örneğin Johnson (28), yapmış olduğu çalışmada kaynama kavramının öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamak için maddenin “gaz” hali ile ilgili fikirlerinin ve “maddenin tanecikli fikri”nin geliştirilmesi gerektiğini önermektedir. Bunun için suyun kendi başına gaz halinde bulunması ile ilgili davranışı ile havayla karıştırdığı davranışın geliştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Araştırmacının bu önerisi deney tasarlama şeklinde uygulamaya yansımaktadır. Somutlaştırmak amacıyla deneylerin tasarlanması gerektiği önerisi, mülakata katılan öğretmenlerin açıklamalarında da rastlamak mümkündür.

Bulgular üzerinde yapılan incelemeler sonunda ikinci olarak, ***öğretmenlerin konu anlatımı esnasında yanılgılara neden olacak ifade ve modellemeden kaçınması*** önerisinin, kavram yanılgılarının giderilmesinde dikkate alınması gerektiği elde edilen bulgulardan anlaşılmaktadır. Bulgulara göre; öğrencilerin model olarak aldığı ve otorite olarak gördüğü öğretmenlerin konu öğretimi esnasında yanılgılara neden olan ifadeler kullanması, öğrencileri olumsuz etkileyerek kavram yanılgılarına düşmelerine neden olabilmektedir. Bundan dolayı, kavram öğretimi gerçekleştirirken bu noktalara dikkat edilmesi gerektiği, elde edilen bulgularda ifade edilmektedir.

Bulgular üzerinde yapılan incelemeler sonunda üçüncü olarak, kavram yanılgılarının giderilmesinde önemli olan ***“öğretim esnasında farklı örnekler üzerinde durularak öğrencilerin gereğinden az veya fazla genelleme yapmasını engelleme”*** şeklindeki öneri, elde edilen bulgularda ifade edilmiştir. Bu öneri kapsamında, kavram öğretimi esnasında kavrama uyan ve uymayan örnek ne kadar fazla verilirse öğrencinin o kadar doğru genelleme yapması sağlanabilir düşüncesi sıklıkla vurgulanmaktadır. Bundan dolayı, kavram öğretimi gerçekleştirirken bir örnek değil çok sayıda örnek kullanılması gerektiği ifade edilmektedir. Literatürdeki çalışmalardan bu öneriyeye ilişkin çok sayıda örnek verilebilir. Örneğin, öğrenciler kullanılan sıvının sudan farklı olması durumunda, kaynama olayı ile ilgili birtakım yanlışlıklar düşünceler ileri sürmektedirler. Bunun nedeni olarak, bu kavramların anlatılması sırasında öğretmenlerin çoğunlukla “su” örneğini kullanmalarından kaynaklandığı literatürde ilgili alanda yapılan çalışmalarda (2, 21, 22) sıklıkla verilmektedir. Buradan da anlaşıldığı üzere konu ya da kavramın öğretiminde tek bir örnek değil birden fazla olumlu ve olumsuz (yani kavrama uyan ve uymayan) örneğin kullanılması gerekmektedir. Literatürden örnek olarak gösterilen ilgili çalışmalarda da bu durum önerilmektedir.

Bulgular üzerinde yapılan incelemeler sonunda kavram yanlışlarının giderilmesinde son olarak, **öğrencilerin önceki deneyimleri ortaya çıkarılarak bu deneyimlerdeki yanlışlıkları vurgulanarak konunun sunumunun yapılması** gerektiği elde edilen bulgulardan çıkarılabilir. Bu öneriye göre, öğretimin başlangıcında öğrencilerin ön bilgileri ve bu bilgilerindeki yanlışlıkların ortaya çıkarılması kavram öğretimi açısından önemlidir.

Literatür taraması ve öğretmenlerle yapılan mülakatlar sonunda kaynama kavramıyla ilgili belirlenen yanlışların olası nedenleri ve bunların giderilmesine ilişkin öneriler, yukarıdaki paragraflarda ayrıntılı olarak işlenmiştir. Belirtilen bilgilerin öğretmen ve bu alandaki araştırmacılara ulaştırılmasının oldukça önemli olacağına inanılmaktadır. Bunun en önemli nedeni olarak; kavramsal değişimi gerçekleştirme aşamasında bu bilgilerden büyük ölçüde yararlanılması verilebilir. Benzer şekilde, ilgili kavramların öğretiminden sorumlu olan öğretmenlerin de öğrencilerin sıkıntılarını giderme noktasındaki önerileri, bu konuda geliştirilecek öğretim materyali için büyük önem taşıyacağına inanılmaktadır.

### Kaynaklar

1. Ayas, A. ve Coştu, B. (2001). Lise I Öğrencilerinin “Buharlaştırma, Yoğunlaştırma ve Kaynama” Kavramlarını Anlama Seviyeleri, Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 273-280.
2. Coştu, B. (2002). Ortaöğretim Farklı Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaştırma, Yoğunlaştırma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
3. Case, M.J. & Fraser, D.M. (1999). An investigation into chemical engineering students’ understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change, *International Journal of Science Education*, 21(12), 1237-1249.
4. Tsai, C-C. (1999). Overcoming junior high school students’ misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity, *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.
5. Hwang, B.T. & Hwang, H.W.(1990). A Study of Cognitive Development of the Concepts of Solution. Research Report Sponsored by the National Science Council, ROC Taipei: NSC. In Chang, J.Y. (1999). Teacher college students’ conceptions about evaporation, condensation and boiling, *Science Education*, 83, 511-526.
6. Valanides, N. (2000). Primary students teachers’ understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(2), 249-262.
7. Arizona State University (2001). Student Preconceptions and Misconceptions in Chemistry, *Integrated Physics and Chemistry Modeling Workshop*.
8. Coştu, B., Karataş, F.Ö. ve Ayas, A. (2002). Kavram Yanlışlarının Giderilmesinde Çalışma Yapraklarının Kullanılması, XVI. Ulusal Kimya Kongresi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

9. Azizoğlu, N. ve Alkan, M., 2002. Kimya Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Faz Dengeleri Konusundaki Kavram Yanılgıları, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, O.D.T.Ü Eğitim Fakültesi, Ankara.
10. Pınarbaşı, T & Canpolat, N. (2003). Students' understanding of solutions chemistry concepts, *Journal of Chemical Education*, 80,(11), 1328-1332.
11. Paik S-H., Kim H-N., Cho B-K & Park J-W. (2004). K-8th grade Korean students' "conceptions of changes of state" and "conditions for changes of state", *International Journal of Science Education*, 26(2), 207-224.
12. Coştu, B (2006). Kavramsal Değişimin Gerçekleşme Düzeylerinin Belirlenmesi: Buharlaştırma, Yoğunlaşma ve Kaynama. Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
13. Henriques, L. (2000). Children's Misconceptions About Weather: A Review of The Literature, Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, New Orleans, L.A.
14. Osborne, R.J. & Cosgrove, M.M.(1983). Children's conceptions of the changes of state of water, *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
15. Bar, V. & Travis, A.S. (1991). Children's views concerning phase changes, *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 363-382.
16. Bodner, G. M. (1991). I have found you an argument, *Journal of Chemical Education*, 68, 385-388.
17. Brody, M.J. (1993). Student Understanding of Water and Water Sources: A Review of the Literature, Paper Presented at Annual Meeting of The American Educational Research Associations, Atlanta, GA (Eric Document Reproduction Service No. ED 361 230).
18. Hatzinikita, V. & Koulaidis, V. (1997). Pupils' ideas on conservation during changes in the state of water, *Research in Science and Technological Education*, 15(1), 53-71.
19. Chang, J.Y. (1999). Teacher college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling, *Science Education*, 83, 511-526.
20. Goodwin, A. (2000). The teaching of chemistry: Who is the learner? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(19), 51-60.
21. Coştu, B. ve Ayas, A. (2002). Öğrencilerin Kaynama Olayı İle İlgili Düşüncelerinin ve Anlamalarının Belirlenmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, O.D.T.Ü, Eğitim Fakültesi Ankara.
22. Ayas, A.. & Coştu, B. (2002). Levels of Understanding of the Evaporation Concept at Secondary Stage, The First International Education Conference, Changing Times Changing Needs, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa-Northern Cyprus.
23. Ewings, M.S. & Mills, T.J. (1994). Water literacy in college freshman: Could a cognitive imagery strategy improve understanding? *Journal of Environmental Education*, 25, 4 36-40.

24. Andersson, B. (1980). Some Aspects of Children's Understanding of Boiling Point, In Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V., Making Sense of Secondary Science, Routledge Press, London and Newyork.
25. Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Kavak, N. (2002). Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Etkili Bir Öğretim Yöntemi-Tahmin Et-Gözle-Açıkla- "Buz ile su kaynatılabilir mi?", V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, O.D.T.Ü Eğitim Fakültesi, Ankara.
26. Coştu, B., Karataş, F.Ö. ve Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması, *Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 33-48.
27. Johnson, P. (1998-a). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study, *International Journal of Science Education*, 20(4), 393-412.
28. Johnson, P. (1998-b). Children's understanding of changes of state involving the gas state, part 1: Boiling water and the particle theory, *International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583.
29. Johnson, P. (1998-c). Children's understanding of changes of state involving the gas state, part 2: Evaporation and condensation below boiling point, *International Journal of Science Education*, 20(6), 695-709.
30. Azizoğlu, N., Alkan, M. & Geban, Ö. (2003). An Analysis of Undergraduate Students' Misconceptions related to Phase Equilibrium in Chemistry, Paper presented at the Annual Meeting ESERA. <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/programme/authors.htm>
31. Summers, M. (1992). Improving primary school teachers' understanding of science concepts theory into practice, *International Journal of Science Education*, 14, 25-40.
32. Summers M. & Kruger, C. (1994). A longitudinal study of a constructivist approach to improving primary school teachers. Subject matter knowledge of science, *Teaching and Teacher Education*, 10, 499-519.
33. Parker, J. & Heywood, D. (2000). Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces, *International Journal of Science Education*, 22, 89-111.
34. Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 432-448.
35. Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology, *Journal of Biological Education*, 18, 201-206.
36. Storey, D.R. (1989). Textbook errors & misconceptions in biology: Photosynthesis, *The American Biology Teacher*, 51(5), 271-274.
37. Albanese, A. & Vicentini, M. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model, *Science and Education*, 6, 251-261.
38. Osborne R.J. & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process, *Science Education*, 67(4), 489-508.