

FEN BİLGİSİ ÖĞRENCİLERİNİN ASİT VE BAZLARLA İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN ANALİZİ*

Dilek ÇELİKLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, dilekc@omu.edu.tr

Gonca HARMAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, gonca.harman@omu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada fen bilgisi eğitimi anabilim dalı öğrencilerinin asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinin saptanması amaçlanmıştır. Çalışmaya Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında 1. sınıfta öğrenim gören 75 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinlerinde canlananları çizimleri ve çizimlerini yazılı olarak açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları yazılı açıklamalar ve çizimlerden elde edilen veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda asit, baz, kuvvetli asit ve zayıf asit, kuvvetli baz ve zayıf baz, asit-baz kavramlarına ait deney tasarlama, günlük yaşamda asitler ve bazlar olmak üzere altı zihinsel model ortaya konmuştur. Öğrencilerin asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinin genel anlamda yeterli olmasına karşın asit ve bazlara örnek verme, deney tasarlama, günlük yaşamda asit ve bazlar konusunda zihinsel modellerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Asit ve baz konusu ilköğretim kademesinden yükseköğretim kademesi de dahil olacak şekilde fen bilimleri ve kimya eğitiminin temel konuları arasında yer almaktadır. Bu konunun öğretiminde asit ve bazlar günlük yaşamda da sıkça karşılaşılan maddeler oldukları için özellikle yaşam temelli öğrenme etkinliklerine ağırlık verilerek konunun işlenmesinin ve deneylerde laboratuvardaki kimyasal maddelerin yanı sıra günlük yaşamdaki asit ve baz örneklerinin de kullanılmasının gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zihinsel Model, Asit-Baz, Fen Bilgisi Öğrencisi.

AN ANALYSIS OF SCIENCE STUDENTS' MENTAL MODELS OF ACIDS AND BASES

Abstract

This study aims to examine science education program students' mental models regarding the concepts of acid and base. The study was conducted with the participation of 75 students attending the first year of a Science Education program. Students were asked to draw their mental images concerning the concepts of acid and base, and then explain their drawings in writing. Written descriptions and drawings of the students were then analyzed using descriptive analysis. A total of six mental models were identified: acid; base; strong acid and weak acid; strong base and weak base; designing experiments on the concepts of acid and base; and acids and bases in daily life. It was found that students' mental models regarding the concepts of acid and base were satisfactory on the whole, but somewhat limited when it comes to giving examples of acids and bases, designing experiments, and acids and bases in daily life. Acids and bases are among the major topics covered in science and chemistry classes at all levels of education from primary school to college. It is recommended that daily life activities should be emphasized in the teaching of acids and bases because acids and bases are frequently encountered in daily life, and experiments should make use of acid and base examples from daily life in addition to the chemicals in the laboratory.

Key Words: Mental Model, Acid-Base, Science Students.

* Çalışma IV. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve çalışmanın özeti kongre özet kitapçığında basılmıştır.

Giriş

Asitler ve bazlar günlük yaşamda son derece önemli bir yere sahip olan maddelerdir. Önemli temel besin maddeleri arasında yer alan birçok meyve ve sebze çeşitli asitleri içermektedir. Sirkede asetik asit, limonda sitrik asit, elmada malik asit, yoğurttta laktik asit, çilekte folik asit, üzümde tartarik asit, turşuda benzoik asit, reçelde sorbik asit, gazozda karbonik asit, kolalı içeceklerde fosforik asit, brokoli ve lahana gibi yeşil yapraklı sebzelerde folik asit mevcuttur (Bağ, 2008: 166). Ayrıca temizlik maddelerinden kireç çözücü ve tuz ruhu asidik özelliktedir (Söylemez, 2014: 52).

Yağ çözücü, lavabo açıcı, sabun, çamaşır suyu, diş macunu, kabartma tozu, kireç suyu, mermer, yemek sodası, sabun, çamaşır sodası ve amonyaklı su gibi temizlik malzemeleri, kostik ve kireç gibi endüstride kullanılan bazı maddeler ise baz özelliği gösterir. Bitkilerin çiçeklerinin renklerinde bitkinin yetiştiği toprağın asitliği ya da bazlığı önemlidir. Mavi ortanca, asidik; pembe ortanca ise nötr ve bazik topraklarda yetişmektedir (Söylemez, 2014: 8).

Asit ve bazların canlı organizmalarda da çok önemli görevleri vardır. Eksikliklerinde bir takım hastalıklar meydana gelmektedir. Örneğin folik asit eksikliği anemi hastalığına neden olmaktadır (Bağ, 2008: 166). Vücuttaki tepkimelerde de asit ve bazların büyük önemi vardır. Mide, mide asidi olarak bilinen hidroklorik asit (HCl) salgılar ve midede bulunan asitler sindirime yardımcı olmaktadır (Alpaydın ve Şimşek, 2012: 295). Ancak midenin aşırı asit salgılaması mide hücrelerinin tahrip olmasına, bunun sonucunda da ülser hastalığına neden olmaktadır. Ülseri tedavi etmede kullanılan ilaçlar ise baz özelliğine sahiptir (Bağ, 2008: 166). Asit ve bazlar ilaç, gübre, metalürji, tekstil, gıda ve inşaat sanayisi ile camın üretim aşamalarında kullanılmaktadır (Söylemez, 2014: 41-42-44).

Karınca ısırığında ya da ısırğan otuna dokunduğumuzda hissettiğimiz acının nedeni formik asittir. Bal arısının sokma sırasındaki salgısı da asidiktir. Hissedilen acı bir baz olan yemek sodası ile dindirilebilir (Söylemez, 2014: 8). Zayıf bir baz olan amonyak çözeltisi de sivrisinek ve arı sokmalarına karşı kullanılmaktadır (Alpaydın ve Şimşek, 2012: 295).

Asit ve bazların günlük yaşamdaki faydalı kullanımlarının yanında kullanılmaları sırasında ortaya çıkabilecek tehlikeli etkileri de vardır. Bu etkilere sülfürik asidin canlı bir dokuya temasında oluşturduğu doku tahribi ve derişik bazların canlı dokulardaki yağlar ile etkileşimi sonucunda oluşan doku tahribi örnek verilebilir (Bağ, 2008: 166). Çamaşır suyu, amonyak içeren temizleyicilerle karıştırıldığında açığa çıkan Cl_2 gazı zehirlenmelere neden olmaktadır (Söylemez, 2014: 52). Özellikle derişik H_2SO_4 (sülfürik asit), HNO_3 (nitrik asit-kezzap) ve NaOH (sodyum hidroksit) elbise ve çıplak deri ile temas ettikleri yerlerde yakıcı ve delici etki yapmaktadır. Bu nedenle asit ve bazlarla çalışırken son derece dikkatli olunmalı ve gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır (Alpaydın ve Şimşek, 2012: 295). Derişik asit veya bazlarla cildin doğrudan teması tehlikeli sonuçlar doğurabileceği için temas eden kısım bol su ile yıkanmalıdır (Bağ, 2008: 166). Oldukça ciddi solunum

rahatsızlıklarına, orman tahribatına, deniz, göl ve nehirlerin kirlenmesine ve buralardaki canlı yaşamının olumsuz etkilenmesine, araçların kaportalarının zamanla tahrip olmasına, tarihi eserlerin anıt, heykel ve kireç taşı ya da mermerden yapılmış binaların yıpranmasına, toprağın kimyasal yapısının ve biyolojik koşullarının etkilenmesine neden olan asit yağmurları da asitlerin tehlikeli etkilerine örnektir (Atkins ve Jones, 1997: 509; Söylemez, 2014: 48). Bu tehlikelere karşı önlem almada asit ve bazlarla ilgili doğru bilgi sahibi olunması ve dikkatli kullanılması son derece önemlidir. Buna karşın asit ve bazlar öğrencilerin yeterli başarıyı gösteremedikleri ve kavram yanılgılarına sahip oldukları konulardan biridir (Er Nas, Çepni, Yıldırım ve Şenel, 2007). Günlük yaşamda asit ve baz ile ilgili olayların yoğun bir şekilde görülmesi nedeni ile öğrencilerin bu kavramları doğru öğrenmeleri ve konunun günlük yaşamla ilişkilendirme yapılarak öğretilmesi gerekli ve önemlidir (Demirci ve Özmen, 2012).

Kavramların öğrenilmesinde öğrencilerin kendi şemalarını oluşturmaları önemlidir. Bu şemalar olarak zihinsel modeller kişinin oluşturduğu temsillerdir. Öğrenciler bilimsel bilgiyi özümseyerek zihinsel modellerini oluştururlar (Greca ve Moreira, 2000). Bireyler sahip oldukları ön bilgilerle öğrenim süreçlerinde edindikleri bilimsel bilgileri kullanarak (Harrison ve Treagust, 2000) zihinsel modellerini kendi ifade ve davranışları temelinde yapılandırır (Kurnaz ve Değermenci, 2012). Zihinsel modeller sorulara cevap bulmak, problemleri çözmek ve farklı durumlara başa çıkabilmek için oluşturulan dinamik yapıdır (Vosniadou ve Brewer, 1992). Verilen bir sistemin zihinsel modelinin oluşturulması sistemi kolaylaştırır (Gilbert ve Boulter, 1995). İlişkiler zihinsel modeller aracılığı ile anlaşılır hale getirilir (Harrison ve Treagust, 1996). Zihinsel modeller açıklamalar ve gerekçeler sunmak için amaçlara ve fonksiyona hizmet ederler. Zihinsel modeller hatırlamayı kolaylaştırmak için belleği güçlendiren araçlardır (Williams, Hollan ve Stevens, 1983: 135). Zihinsel modeller bireye dünyayı ve dünyadaki olayları anlama, sistem hakkında tahmin yapma, sistemi açıklama (Greca ve Moreira, 2000) ve fiziksel sistemlerin davranışlarını tahmin etme imkânı sunarlar (Williams, Hollan ve Stevens, 1983: 135). İlgi çekici olan zihinsel modeller bireysel fonksiyonları etkilerler ve geçerli bilgilerle araştırmacılara ve öğretmenlere öğrencilerin kavramsal çerçeveleri hakkında yol gösterirler (Vosniadou, 1994). Öğrencilerin kavramsal çerçevelerini yansıtmaları açısından zihinsel modeller son derece önemlidir. Zihinsel modellerin ortaya çıkarılmasında kullanılabilecek açık uçlu bir sorgulamaya dayalı olan çizim bilgi, öğrenme ve anlama düzeylerinin açığa çıkarılmasında oldukça etkilidir (Karamustafaoğlu, Karamustafaoğlu ve Yaman, 2005: 49-50).

Alanyazında yer alan çalışmalar incelendiğinde asit ve bazların genel özellikleri ile ilgili kavram yanılgılarının olduğu görülmektedir. Öyle ki, asitlerin yapısında H^+ , bazların yapısında OH^- bulunması gerektiği (Carr, 1984; Pabuçcu ve Geban, 2015; Smith ve Metz, 1996; Zoller, 1990), asidik maddelerin tadının acı, bazik maddelerin tadının ise ekşi olduğu ifade edilmiştir (Demirci ve Özmen, 2012). Bunun yanı sıra bazı çalışmalarda zayıf ve kuvvetli asit-bazları ayırt etmede, asit ve

bazların kuvvetlerinin neye göre belirlendiğine karar vermede güçlükler olduğu ortaya konulmuştur (Demircioğlu, Özdemir, Özmen, Cındıl ve Yıldız, 2012). Ayrıca bazı çalışmalarda da kuvvetli asit ve bazlar bize ve çevremize çeşitli zararlar vererek tahribatlara neden olan maddeler olarak ifade edilmiş ve bu durumun yaşamda kullanılan bilimsel niteliği olmayan ifadelerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Kırbaşlar, Özsoy-Güneş, Avcı ve Atalar, 2012). Asit ve bazlarla ilgili kolay olarak nitelendirilen genel bilgilerde bile kavram yanlışlarının bulunması dikkat çekicidir. Bu dikkat çekici sonuçtan hareketle öğretim öncesinde fen bilgisi öğrencilerinin zihinsel modelleri ışığında mevcut bilgilerinin saptanarak öğretimin bu doğrultuda planlanması ve öğretim sırasında dikkat edilmesi gereken hususların belirlenmesi bağlamında çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca çalışma öğrencilerin zihinsel modellerinin yönlendirilmeden ve sınırlandırılmadan araştırıldığı açık uçlu soru ile diğer çalışmalardan farklıdır.

Fen bilgisi ve kimyanın temel kavramlarından olan asitler ve bazlar, günlük yaşamda sık karşılaşılması ve oldukça yaygın bir kullanım alanına sahip olmaları nedeni ile bu kavramları öğrencilerin doğru bir şekilde öğrenmeleri ve konunun günlük yaşamla ilişkilendirilmesi gerekmektedir (Demirci ve Özmen, 2012). Bu çalışma ile de fen bilgisi öğrencilerinin, günlük yaşamın bir parçası olan ve kullandığımız birçok maddenin yapısına katılan asit ve bazlarla ilgili kavramsal çerçevelerini ortaya koymak için zihinsel modellerinin saptanması amaçlanmıştır.

Yöntem

Çalışmanın Deseni

Çalışma, çok sayıda eleman içeren bir evrene ilişkin genel anlamda fikir sahibi olabilmek için evrenin tamamı ya da evrenden alınacak bir grup, örnek ya da örneklemin (Karasar, 2011: 79) bir olgu ve olayla ilgili mevcut durumunu ayrıntılı bir şekilde betimlemek için (Karakaya, 2009: 59) genel tarama modeli ile yürütülmüştür (Karasar, 2011: 79).

Katılımcılar

Çalışma Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 1. sınıfta öğrenim gören 75 gönüllü öğrenci ile yürütülmüştür. Katılımcılar araştırmanın amacına uygun olarak konuyla ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi ve mevcut durumun tespiti için asit ve bazlar konusunun yer aldığı "Genel Kimya I" dersini almamış öğrencilerden seçilmiştir. Bu nedenle çalışmada amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Şahin, 2009: 125).

Veri Toplama Aracı

Öğrencilerin asit ve baz kavramları ile ilgili zihinsel modellerini belirlemek için asit ve baz konuları ile ilgili öğretim yapılmadan önce 1 açık uçlu soru sorulmuştur. Öğrencilerden "Asit ve baz denildiğinde aklınıza neler gelmektedir?" sorusunu açıklama ve çizim şeklinde ifade etmeleri istenmiştir.

Verilerin Çözümlemesi

Öğrencilerin yaptıkları yazılı açıklamalar ve çizimlerden elde edilen veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Veri analizi için kavramsal çerçeve ve araştırma sorusu dikkate alınarak uygun bir çerçeve oluşturulmuştur. Oluşturulan çerçeveye uygun olacak şekilde elde edilecek verilerin hangi tema altına yerleştirileceği belirlenmiştir. Veriler daha önceden belirlenen çerçeve dikkate alınarak okunmuştur. Okunan veriler anlamlı ve mantıklı olacak şekilde bir araya getirilerek tanımlanmış, açıklanmış, ilişkilendirilmiş ve anlamlandırılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011: 224). Çalışmadan elde edilen veriler açıklama ve çizim olmak üzere iki ayrı kategoride değerlendirilerek analiz edilmiştir. Kategorilere yerleştirilen cevaplara ilişkin frekanslar hesaplanmıştır. Ortak kategorileri belirlemek için öğrencilerin cevapları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin cevaplarına ait kodlar, ortak kategoriler, bu kategorilerin frekansları kullanılarak oluşturulan tablolar yorumlanmıştır.

Veri analizinde geçerlik ve güvenilirliğin sağlanmasında veri çeşitlemesine gidilerek açıklama ve çizim ile elde edilen veriler birbirinden bağımsız olan iki araştırmacı tarafından kategorilere ayrılmıştır. Daha sonra araştırmacılar oluşturdukları kategorileri bir araya getirip karşılaştırarak aynı ve farklı kategorileri inceleyerek düzenlemişlerdir. Ayrıca ham veriler ve kategoriler, teyit amacıyla bir uzman tarafından incelenmiştir. Oluşturulan kategoriler ayrıntılı betimleme amacı ile öğrenci cevaplarından doğrudan alıntılarla da desteklenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011: 267-268-270-272).

Bulgular

Fen bilgisi öğrencilerinin asit kavramına ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Asit Kavramına İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f	f
		Açıklama	Çizim
Yiyecek ve içeceklerde asitler	Limon	21	18
	Kola	11	13
	Elma	3	7
	Sirke	3	4
	Portakal	2	-
	Çilek	1	3
	Üzüm	1	1
	Yoğurt	1	2
	Portakal suyu	-	1
Temizlik maddelerinde asitler	Tuz ruhu	2	1
	Lavabo açıcı	1	-
Asitlere verilen kimyasal madde örnekleri	Hidroklorik asit	9	6
	Sülfürik asit	-	4
	Nitrik asit	1	1

	Sitrik asit	1	-
	Laktik asit	1	-
	Asetik asit	-	1
Asitlerin kimyasal özellikleri	Sulu çözeltisine H ⁺ iyonu veren madde	21	-
	İçinde H ⁺ iyonu olan madde	3	-
Asitlerin fiziksel özellikleri	Sıvı	-	1
Asitlerin tepkime verdiği kimyasal maddeler	Amfoter metaller	1	-
	Bazlar	1	-
Suda iyonlaşma	Hidroklorik asit	-	3
	Sülfürik asit	-	1
Asitlerin olumsuz etkileri	Yakıcı	14	-
	Tehlikeli, zararlı	5	-
	Tahriş edici, parçalayıcı	2	-
	Yüzey aşındırıcı	-	7
Asitlerin tatları	Ekşi	19	-
	Acı	2	-
Asitlerin tayini	Turnusol kâğıdı ile (maviden kırmızıya)	6	1
	pH skalası ile (pH<7)	3	3
Diğer	Kezzap	2	-
	Cam kapta depolama/saklama	-	1

Fen bilgisi öğrencilerinin asit kavramına ilişkin zihinsel modellerinin yaptıkları açıklama ve çizimler incelendiğinde yiyecek ve içecek bağlamında çoğunlukla limon ve kola olarak yapılandığı görülmüştür. 21 öğrenci asit kavramını H⁺ iyonu veren madde olarak tanımlarken 9 öğrenci yaptığı açıklamada, 6 öğrenci ise çiziminde hidroklorik asidi örnek olarak vermiştir. 14 öğrenci yaptığı açıklamada asitlerin yakıcı, 7 öğrenci ise yaptığı çizimde yüzey aşındırıcı etkisini vurgulamış, 19 öğrenci ise asitlerin tadının ekşi olduğunu belirtmiştir. Bir maddenin asit olup olmadığına karar verilirken 6 öğrenci açıklama, bir öğrenci çizimle turnusol kâğıdındaki renk değişimine, 3'er öğrenci ise açıklama ve çizim temelinde pH değerine bakılabileceğini ifade etmiştir. Bir öğrencinin asitlerle bazların tepkimeye girebileceklerini ifade etmesinin yanı sıra başka bir öğrencinin asitlerin tepkime verdiği metal türünü özellikle amfoter metaller (Zn, Al, Pb, Sn) olarak ifade etmesi dikkat çekicidir. Asit kavramı ile ilgili olarak öğrencilerin yaptıkları açıklama ve çizimlerde baz olan lavabo açıcının asit olduğu, asitlerin tadının acı olduğu şeklinde kavram yanılgısı içeren zihinsel modeller saptanmıştır. Bir öğrencinin asit kavramına yönelik yaptığı çizimde tüm asitlerin sıvı olduğuna, başka bir öğrencinin de sıvı asitlerin cam kapta saklanması gerektiğine dair kavram yanılgısı içeren bir genelleme ortaya koyduğu görülmüştür.

Fen bilgisi öğrencilerinin baz kavramına ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Baz Kavramına İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f Açıklama	f Çizim
Temizlik maddelerinde bazlar	Sabun	38	48
	Bütün temizlik maddeleri	5	2
	Çamaşır suyu	3	10
	Deterjan	1	2
	Şampuan	-	1
Bazlara verilen kimyasal madde örnekleri	Sodyum hidroksit	5	1
	Amonyak	2	2
	Potasyum hidroksit	1	-
Bazların kimyasal özellikleri	Sulu çözeltisine OH ⁻ iyonu veren madde	23	-
	OH ⁻ iyonu içeren madde	-	2
Bazların fiziksel özellikleri	Mavi renkli	-	1
Bazların tepkime verdiği kimyasal maddeler	Asitler	2	-
Suda iyonlaşma	Sodyum hidroksit	-	2
	Lityum hidroksit	-	1
Bazların olumsuz etkileri	Kaygan	8	-
	Zehirli	1	-
Bazların tatları	Acı	17	-
	Ekşi	1	-
Bazların tayini	Turnusol kâğıdı ile (kırmızıdan maviye)	5	1
	pH skalası ile (pH>7)	4	5
	İndikatör ile (Fenolftalein)	-	1

Öğrencilerin baz kavramına ilişkin yaptıkları açıklama ve çizimler incelendiğinde zihinsel modellerinin çoğunlukla sabun ve çamaşır suyu olarak yapılandığı anlaşılmıştır. 17 öğrenci bazın tadının acı olduğunu, 8 öğrenci kayganlık hissi oluşturduğunu ve 5 öğrenci açıklama, 1 öğrenci de çizimle sodyum hidroksitin baz olduğunu belirtmiştir. Bir maddenin baz olup olmadığına karar verilirken açıklama ve çizim temelinde bazı öğrenciler turnusol kâğıdındaki renk değişimi, bazı öğrenciler ise pH değerine bakılabileceğini ifade etmiştir. 23 öğrencinin yaptığı açıklamada bazı "OH⁻ iyonu veren madde" olarak tanımlaması ile birlikte 2 öğrencinin çiziminde OH⁻ içeren madde vurgulu çizimler yapmaları yapısında OH⁻ iyonu bulundurmeyen amonyağın (NH₃) baz olması bağlamında dikkat çekicidir. Bazı öğrencilerin yazılı açıklama ve çizimlerinde temizlik maddelerinin baz olduğuna yönelik kavram yanlışlığı bir genelleme yaptıkları görülmüştür.

Fen bilgisi öğrencilerinin kuvvetli asit kavramına ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Kuvvetli Asit Kavramına İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Kuvvetli asitlerde iyonlaşma	Suda tamamen iyonlaşma (% 100)	22
Temizlik maddelerinde kuvvetli asitler	Tuz ruhu	2
Kuvvetli asitlere verilen kimyasal madde örnekleri	Hidroklorik asit	29
	Sülfürik asit	7
	Hidrobromik asit	5
	Hidroiyodik asit	5
	Hidroflorik asit	2
	Nitrik asit	1
	Formik asit	1
	Propiyonik asit	1
	İyodik asit	1
	Fosforik asit	1
	Karınca asidi	1
Kuvvetli asitlerde tepkimeler	Tek yönlü tepkime	1
	Kuvvetli bazla tuz ve su oluşturma	1
	Halojen ve H ⁺ tepkimesi sonucunda oluşma	1
Kuvvetli asitlerin olumsuz etkileri	Zararlı, çok tehlikeli	17
	Çok yakıcı	4
	Parçalayıcı	1
Kuvvetli asitlerin pH değeri	0'a yakın	5
Kuvvetli asitlerin asitlik derecesi	Çok yüksek	2
Kuvvetli asitlerin tatları	Çok ekşi	1
Diğer	Kezzap	2

22 öğrencinin kuvvetli asitlerin suda tamamen iyonlaşabildiğini ifade ettikleri, 29 öğrencinin örnek olarak hidroklorik asidi verdikleri saptanmıştır. 17 öğrencinin kuvvetli asitlerin "Kuvvetli olduğu için" zararlı, çok tehlikeli, 4 öğrencinin çok yakıcı ve bir öğrencinin parçalayıcı olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. 5 öğrencinin pH değeri sıfıra yaklaştıkça ve 2 öğrencinin asitlik derecesi arttıkça asidin kuvvetinin artacağını belirttikleri tespit edilmiştir. Bir öğrencinin "Asidin kuvvetliliği arttıkça ekşiliği fazlalaşır" gerekçesi ile asitlerin genel özelliklerinden biri olan tat ile kuvvet kavramı arasında dikkat çekici bir ilişki kurduğu görülmüştür.

Fen bilgisi öğrencilerinin zayıf asit kavramına ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Zayıf Asit Kavramına İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Zayıf asitlerde iyonlaşma	Suda tamamen iyonlaşmama	20
Yiyecek ve içeceklerde zayıf asitler	Limon	3
	Meyveler	1
	Kola	1
Zayıf asitlere verilen kimyasal madde örnekleri	Asetik asit	24
	Organik asit	2

Fen Bilgisi Öğrencilerinin Asit ve Bazlarla İlgili Zihinsel Modellerinin Analizi

	Karboksil grubu içeren asit	1
	Karbonil grubu içeren asit	1
Zayıf asitlerin etkileri	Zararsız	18
Zayıf asitlerin pH değeri	7'ye yakın	4
Zayıf asitlerin asitlik derecesi	Düşük	3
Zayıf asitlerin tatları	Az ekşi	1

20 öğrencinin zayıf asidi suda tamamen iyonlaşmayan madde olarak ifade ettikleri saptanmıştır. 18 öğrencinin zayıf asitlerin “Zayıf oldukları için bu tür asitler zararsızdır” gerekçesi ile etkilerinin olmadığını belirttikleri, 24 öğrencinin zayıf asit için asetik asit ve 3 öğrencinin limon örneklerini verdikleri görülmüştür. 4 öğrencinin pH değeri 7'ye yaklaştıkça, 3 öğrencinin ise asitlik derecesi düşünce asidin kuvvetinin azalacağını belirttikleri tespit edilmiştir. Bir öğrencinin “Zayıf asitler kuvvetli asitler kadar ekşi değildir” gerekçesi ile asitlerin genel özelliklerinden biri olan tat ile zayıf kavramı arasında dikkat çekici bir ilişki kurduğu görülmüştür.

Fen bilgisi öğrencilerinin kuvvetli baz kavramına ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Kuvvetli Baz Kavramına İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Kuvvetli bazlarda iyonlaşma	Suda tamamen iyonlaşma (% 100)	18
Temizlik maddelerinde kuvvetli bazlar	Çamaşır suyu	6
	Sabun (kaliteli)	2
	Bütün temizlik maddeleri	1
Kuvvetli bazlara verilen kimyasal madde örnekleri	Sodyum hidroksit	26
	Lityum hidroksit	7
	Magnezyum hidroksit	5
	Potasyum hidroksit	4
	Kalsiyum hidroksit	3
	Berylyum hidroksit	1
	Baryum hidroksit	1
Kuvvetli bazların kimyasal özellikleri	OH ⁻ sayısı fazla	1
	Çok OH ⁻ veren	1
Kuvvetli bazlarda tepkimeler	1A grubunun OH ⁻ ile yaptığı bileşikler	7
	Kuvvetli asit ile tepkime verme	1
	Tek yönlü tepkime	1
Kuvvetli bazların olumsuz etkileri	Zararlı	10
	Tahriş ediciliği çok yüksek	1
	Çok kaygan	1
Kuvvetli bazların pH değeri	14'e yakın	3
Kuvvetli bazların bazlık derecesi	Çok yüksek	6
Kuvvetli bazların tatları	Çok ekşi	1
	Çok acı	1

18 öğrencinin kuvvetli bazın suda tamamen iyonlaşabildiğini ifade ettikleri, 26 öğrencinin sodyum hidroksit, 6 öğrencinin çamaşır suyunu örnek olarak

verdikleri saptanmıştır. 10 öğrencinin kuvvetli bazın “Kuvvetli olduğu için” zararlı olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. 3 öğrencinin pH değeri 14’e yaklaştıkça, 6 öğrencinin bazlık derecesi arttıkça bazın kuvvetinin artacağını belirttikleri tespit edilmiştir. Bir öğrencinin “Kuvvetli bazların tadı çok acıdır” gerekçesi ile bazların genel özelliklerinden biri olan tat ile kuvvet kavramı arasında dikkat çekici bir ilişki kurduğu görülmüştür. Bir öğrencinin ise “Kuvvetli baz çok ekşi olur” gerekçesi ile asit ve bazların genel özelliklerinden biri olan tat bağlamında doğru olmayan bir zihinsel modele sahip olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca 2 öğrencinin kuvvet ile kalite arasında bağ kurarak kaliteli sabunun kuvvetli baz olduğunu belirtmesi dikkat çekicidir.

Fen bilgisi öğrencilerinin zayıf baz kavramına ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Zayıf Baz Kavramına İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Zayıf bazlarda iyonlaşma	Suda tamamen iyonlaşmama	18
Temizlik maddelerinde zayıf bazlar	Sabun (kalitesiz)	2
	Tuz ruhu	1
	Bütün temizlik maddeleri	1
Zayıf bazlara verilen kimyasal madde örnekleri	Amonyak	22
	Alüminyum hidroksit	1
Zayıf bazların kimyasal özellikleri	Az OH ⁻ veren	1
Zayıf bazlarda tepkimeler	Çift yönlü tepkime	1
	Nötralleşme tepkimesi	1
Zayıf bazların etkileri	Zararsız	7
Zayıf bazların pH değeri	7’ye yakın	3
Zayıf bazların bazlık derecesi	Düşük	6
Zayıf bazların tatları	Az acı	1
Boş		32

18 öğrencinin zayıf bazı suda tamamen iyonlaşmayan madde olarak ifade ettikleri saptanmıştır. 7 öğrencinin zayıf bazların “Zayıf oldukları için zararsızdırlar” gerekçesi ile etkilerinin olmadığını belirttikleri görülmüştür. 3 öğrencinin pH değeri 7’ye yaklaştıkça, 6 öğrencinin bazlık derecesi düşünce bazın kuvvetinin azalacağını belirttikleri tespit edilmiştir. Bir öğrencinin “Zayıf baz kuvvetli baz kadar acı değildir” gerekçesi ile bazların genel özelliklerinden biri olan tat ile zayıf kavramı arasında dikkat çekici bir ilişki kurduğu görülmüştür. Ayrıca zayıflık ile kalite arasında bağ kuran 2 öğrencinin kalitesiz sabunun zayıf baz olduğunu belirtmeleri dikkat çekicidir.

Fen bilgisi öğrencilerinin asit-baz kavramlarına ait deney tasarlamaya ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Fen Bilgisi Öğrencilerinin Asit-Baz Kavramlarına Ait Deneş Tasarlamaya İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Titrasyon		22
Asidik ve bazık ortam belirleme	Turnusol kâğıdı	15
	Fenolftalein	7
	Metil oranş	5
	Bromtimol mavisi	4
	Metil kırmızısı	2
	Lahana suyu	2
	pH metre	2
Asit-baz (nötralleşme) tepkimeleri		8
Asitlerin metallerle tepkimeleri		1
Asit ve bazlarda elektrik iletkenliğı (limon ve sabun)		1
Boş		13

22 öğrencinin titrasyon, 37 öğrencinin asidik ve bazık ortam belirleme, 8 öğrencinin nötralleşme ve bir öğrencinin asitlerin metallerle tepkimeleri, bir öğrencinin asit ve bazlarda elektrik iletkenliğine (limon ve sabun) ilişkin deneyler tasarladıkları saptanmıştır.

Fen bilgisi öğrencilerinin günlük yaşamda asitlere ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Günlük Yaşamda Asitlere İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Yiyecek ve içeceklerde asitler	Limon	52
	Elma	32
	Çilek	32
	Sirke	32
	Kola	32
	Üzüm	15
	Yağ	10
	Süt	5
	Yoğurt	5
	Portakal suyu	2
	Domates	1
	Sebze/meyve	1
	Temizlik maddelerinde asitler	Tuz ruhu
Bütün temizlik maddeleri		6
Çamaşır suyu		2
Lavabo açıcı		1
Asitlere verilen kimyasal madde örnekleri	Formik asit	9
	Hidroklorik asit	2
	Sülfürik asit	1
Asitlerin günlük yaşam üzerindeki olumsuz etkileri	Asit yağmurlarının tarihi eserler, canlılar ve araçlar üzerindeki tahriş edici etkisi	36
	Cilt tahrişi	17

Diğer	Mide öz suyu	9
	Isırgan otu	2
	Kezzap	2

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun günlük yaşamda asitlerle ilgili zihinsel modellerinin limon, sirke, elma, çilek ve kola olmak üzere yiyecek ve içecek bağlamında yapılandığı saptanmıştır. 12 öğrencinin tuz ruhunu asit olarak belirtmesinin aksine 2 öğrencinin çamaşır suyunu, bir öğrencinin lavabo açıcıyı baz olmasına karşın asit olarak ifade etmeleri dikkat çekicidir. Ayrıca 6 öğrencinin bütün temizlik maddelerini asit olarak nitelendirerek yaptıkları genelleme kavram yanılığı içermektedir. Asitlerin günlük yaşam üzerindeki olumsuz etkileri 36 öğrenci tarafından asit yağmurlarının tarihi eserler, canlılar ve araçlar üzerindeki tahriş edici etkisi, 17 öğrenci tarafından ise asidin cildi tahriş etmesi olarak ifade edilmiştir.

Fen bilgisi öğrencilerinin günlük yaşamda bazlara ilişkin zihinsel modellerinin kategorilere göre dağılımları ve kategorilere ait frekansları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Fen Bilgisi Öğrencilerinin Günlük Yaşamda Bazlara İlişkin Zihinsel Modelleri

Kategoriler	Kategorilerde Yer Alan Kavramlar	f
Temizlik maddelerinde bazlar	Sabun	65
	Çamaşır suyu	25
	Bütün temizlik maddeleri	16
	Deterjan	9
	Tuz ruhu	5
	Şampuan	2
	Diş macunu	1
Bazlara verilen kimyasal madde örnekleri	Amonyak	3
Bazların günlük yaşam üzerindeki olumsuz etkileri	Çamaşır suyu ve tuz ruhunun karıştırılması	33
	sonucunda açığa çıkan gazın (Cl ₂) zehirlenmelere neden olması	
	Cilt tahrişi	3
Diğer	Gübre	10

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun günlük yaşamda bazlarla ilgili zihinsel modellerinin sabun ve çamaşır suyu olarak yapılandığı saptanmıştır. 5 öğrencinin asit olan tuz ruhunu baz olarak ifade etmesi ve 16 öğrencinin bütün temizlik maddelerini baz olarak nitelendirmesi şeklindeki genelleme kavram yanılığı içermektedir. Bazların günlük yaşam üzerindeki olumsuz etkileri 33 öğrenci tarafından çamaşır suyu ve tuz ruhunun karıştırılması sonucunda açığa çıkan gazın (Cl₂) zehirlenmelere neden olması olarak ifade edilmiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda öğrencilerin verdikleri asit ve baz örneklerinde günlük yaşamda sık sık kullandıkları ve karşılaştıkları maddeler ile ders kitaplarında verilen madde örneklerine yer verdikleri görülmüştür. Bu nedenle, deneysel etkinliklerde farklı asit-baz örneklerine yer verilmesinin öğrencilerin verecekleri örneklerde zenginlik sağlama bağlamında önemli olacağı düşünülmektedir.

Bazı öğrencilerin bazik yapıda olan çamaşır suyu ile lavabo açıcının asit örneği, asidik yapıda olan tuz ruhunun baz örneği olduğunu ifade etmeleri ve tüm temizlik maddelerini asit ya da baz olarak nitelendirmeleri asit ve baz örnekleri konusundaki bilgilerinin yetersiz olduğunu ortaya koyması bakımından önemli bir sonuçtur.

Öğrencilerin asit ve baz tanımlarında sadece Arrhenius'un asit ve baz tanımına yer verdikleri saptanmıştır. Ancak yapısında H^+ bulundurmeyen bazı maddelerin sulu çözeltileri asit özelliği, OH^- bulundurmeyen bazı maddelerin sulu çözeltileri de baz özelliği göstermesi nedeni ile bu tür maddeler Arrhenius'un yaptığı tanım kapsamına girmemektedir (Bağ, 2008: 168). Arrhenius tanımı yapılarında H^+ ve OH^- bulundurmadığı halde ametal oksitlerinin (SO_2 , CO_2 , vb) asidik, metal oksitlerinin (CaO , MgO , vb) bazik ve NH_3 , Na_2CO_3 gibi maddelerin bazik özelliğini açıklamada yetersiz kalmaktadır (Alpaydın ve Şimşek, 2012: 296). Öğrencilerin yaptıkları tanımlamaların verecekleri asit ve baz örneklerinde de kavram yanlışlığı oluşumuna neden olabileceği düşünülmektedir. Alanyazında da asitlerin yapısında H^+ , bazların yapısında OH^- bulunması gerektiğine yönelik kavram yanlışlıkları ifade edilmiştir (Carr, 1984; Pabuççu ve Geban, 2015; Smith ve Metz, 1996; Zoller, 1990). Asit-baz tanımı olarak sadece Arrhenius modelini dikkate alan öğrencilerin bazik çözeltilerin hidrojen iyonu, benzer şekilde asidik çözeltilerin de hidroksit iyonu içermediği, hidrojen içermeyen maddelerin asit olamayacağı ve tüm bazların mutlaka hidroksit içermesi gerektiği şeklindeki kavram yanlışlıklarına sahip olmaları muhtemeldir (Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004). Öğrencilerin kuvvetli ve zayıf asit ile kuvvetli baz ve zayıf baz kavramlarına ilişkin yaptıkları tanımlarda da suda tamamen iyonlaşma ve iyonlaşmama bağlamında Arrhenius'un tanımına yer verdikleri görülmüştür. Ortaöğretimde asit-baz konusu işlenirken genellikle Arrhenius asit-baz modeli, üniversite düzeyinde ise Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis modellerinin birlikte verilmesinin (Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004) öğrencilerin asit ve baza ilişkin yaptıkları tanımlamalar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Asit ve bazlarla ilgili aşırı ve eksik genellemelerin önüne geçilmesi için asit ve baz kavramlarının tanımlanmasında Arrhenius, Bronsted-Lowry ve Lewis olmak üzere farklı tanımlamalara ve tanımlamaları destekleyecek şekilde zengin örneklere yer verilmelidir.

Bazı öğrencilerin asit ve bazların temel özelliklerinden biri olan tat ile ilgili olarak kavram yanlışlığına sahip oldukları anlaşılmıştır. Öyle ki, bazı öğrenciler asidik maddelerin tadının acı, bazik maddelerin tadının ise ekşi olduğunu ifade etmiştir.

Benzer kavram yanılgısı alanyazında da ifade edilmiştir (Demirci ve Özmen, 2012). Ayrıca asidik maddelerin sıvı olması gerektiğini ifade eden bir öğrencide oksalik asit gibi sıvı olmadığı halde asit örneği olan katı kimyasal maddeler dikkate alındığında kavram yanılgısı olduğu görülmektedir. Kavram yanılgısı içeren zihinsel modelin önüne geçebilmek için kimyasal maddelerin görsel olarak öğrencilere sunulması gerektiği düşünülmektedir.

Bazı öğrencilerin asidik ve bazik ortam belirlemeye yönelik olarak çoğunlukla turnusol kağıdını ifade etmekle birlikte fenolftalein, metil oranj, bromotimol mavisi, metil kırmızısı ve lahana suyu olmak üzere farklı indikatör türlerine yer vermelerine karşın ve indikatörlerin asit-baz ile etkileşmesi sonucunda açığa çıkacak renklerden bahsetmemiş olmaları önemli bir bilgi eksikliği olarak değerlendirilmiştir.

Bir öğrencinin asitlerin cam kaplarda saklanması gerektiğini ifade etmesi cam ve porselen kaplara zarar vermesi nedeni ile plastik bir kaptaki saklanması gereken hidroflorik asit (HF) için uygun olmayan bir saklama ve depolama şeklidir. Asit ve bazların fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alınarak depolanma ve saklanma koşulları hem farklı örnekler üzerinden hem de görsel materyallerle desteklenerek anlatılırsa etkili öğrenmenin sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada fen bilgisi öğrencilerinin yarıya yakınının asit yağmurlarının tarihi eserler, canlılar ve araçlar üzerindeki tahriş edici etkisini belirtmelerine karşın asit yağmurlarının yapısında yer alan asit türlerini ifade etmedikleri saptanmıştır. Benzer durum mide öz suyu içinde geçerlidir. Mide öz suyunun asidik karakterde olduğunu belirten öğrenciler içerdiği asit türünü ifade etmemiştir.

Geleceğin öğretmenleri olarak fen bilgisi öğrencilerinin yarıya yakınının çamaşır suyu ve tuz ruhunun karıştırılması sonucunda açığa çıkacak gazın (Cl₂) zehirlenmelere neden olacağını bilmeleri ders verecekleri öğrencilere bu durumu ifade etmeleri neticesinde öğrenci velilerinin de bu konuda bilinçlendirilmesi bakımından oluşturacağı yaygın etki nedeni ile son derece önemlidir.

Fen bilgisi öğrencilerinin asit ve bazların günlük yaşamdaki olumsuz etkilerine yönelik sınırlı da olsa örnek vermelerine karşın olumsuz durumlara karşı alınması gereken güvenlik önlemlerine değinmemiş olmaları çalışmanın dikkat çekici bir sonucudur.

Çalışmada bazı öğrencilerin kuvvetli asitlerin zararlı, çok tehlikeli, çok yakıcı ve parçalayıcı, kuvvetli bazların zararlı, tahriş ediciliği çok yüksek, çok kaygan; zayıf asit ve bazların ise zararsız olduğunu ifade ettikleri saptanmıştır. Alan yazında da öğretmen adaylarının zayıf ve kuvvetli asit-bazları ayırt edemedikleri, asit ve bazların kuvvetlerinin neye göre belirlendiğini bilmedikleri saptanmıştır (Demircioğlu, Özdemir, Özmen, Cındıl ve Yıldız, 2012). Bazı asidik ve bazik maddeler bize ve çevremize çeşitli zararlar vererek tahribatlara neden olabilir. Bu tür maddeler kuvvetli asit veya kuvvetli baz olarak nitelendirilir. Bu ifadeler günlük hayatta yanlış olarak kullanılan bilimsel olmayan ifadelerdir (Kırbaşlar, Özsoy-

Güneş, Avcı ve Atalar, 2012). Bilimsel olarak, sulu çözeltilerinde tamamen (% 100) iyonlaşan asit ve bazlar kuvvetli, suda çok az iyonlaşan asit ve bazlar da zayıf olarak nitelendirilmektedir (Alpaydın ve Şimşek, 2012: 300; Petrucci, Harwood ve Herring, 2005: 147-148). Bazı öğrencilerin kuvvetli ve zayıf kavramları ile asidik ve bazik maddenin tadının ekşilik ya da acılık derecesi arasında kavram yanılgısı içeren bir ilişki kurdukları saptanmıştır. Ayrıca kuvvetli bir baz olma durumunda sabunun kaliteli, zayıf baz olma durumunda ise kalitesiz olacağını ifade etmeleri çalışmanın kavram yanılgısı içeren dikkat çekici bir sonucudur.

Bazı öğrencilerin zayıf asit olan hidroflorik asidi, formik asidi ve fosforik asidi kuvvetli asit olarak ifade ettikleri saptanmıştır. Bu sonuç bazı öğrencilerin kuvvetli ve zayıf asitleri ayırt edemediklerini göstermektedir.

Bir öğrencinin asit-baz kavramlarına ait tasarladığı deneyde asit ve bazlarda elektrik iletkenliği ile ilgili olarak asit olarak ifade ettiği limon ile tamamlanan devrede asitlerin elektriği ileteceğini ve ampulün yanacağını, baz olarak ifade ettiği sabun ile tamamlanan devrede ise ampulün yanmayacağını ya da az yanacağını ifade etmiştir. Bu sonuç öğrencinin asit-bazlarda elektrik iletkenliği konusunda kavram yanılgısı içeren zihinsel modelini ortaya koymasından dolayı önemlidir. Asit ve baz iletkenliğinin farklı asidik ve bazik maddeler kullanılarak basit bir elektrik devresi gibi sistemler üzerinde yapılacak uygulamalarla gösterilmesinin iletkenliğe yönelik kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda öğrencilerin asit ve baz kavramlarıyla ilgili zihinsel modellerinin genel anlamda yeterli olmasına karşın asit ve bazlara örnek verme, deney tasarlama, günlük yaşamda asit ve bazlar konusunda sınırlı olmakla birlikte kavram yanılgısı içeren zihinsel modellere de sahip oldukları görülmüştür. Asit ve baz konusu ilköğretim kademesinden yükseköğretim kademesi de dahil olacak şekilde fen bilimleri ve kimya eğitiminin temel konuları arasında yer almaktadır. Bu konunun öğretiminde asit ve bazlar günlük yaşamda da sıkça karşılaşılan maddeler oldukları için özellikle yaşam temelli öğrenme etkinliklerine ağırlık verilerek konunun işlenmesinin gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

- Alpaydın, S. ve Şimşek, A. (2012). *Genel kimya*. (6. Baskı). Ankara: Nobel.
- Atkins, P. & Jones, L. (1997). *Temel kimya moleküller, maddeler ve değişimler 2*. (Çev.: Esmâ Kılıç, Fitnat Köseoğlu, Hamza Yılmaz.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Bağ, H. (2008). Asit ve bazlar. (Ed: H. Bağ), *Genel Kimya*. (2. Baskı), Ankara: Pegem A Akademi, s. 166-177.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Carr, M. (1984). Model confusion in chemistry. *Research in Science Education*, 14, 97-103.
- Demirci, Ö. ve Özmen, H. (2012). Zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili anlamalarına etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 1-17.
- Demircioğlu, F. N., Özdemir, S., Özmen, H., Cındıl, T. ve Yıldız, M. F. (2012, Haziran). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Asit-Baz Kavramlarıyla İlgili Yanılgılarının Tespiti*. Sözel Bildiri, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Er Nas, S., Çepni, S., Yıldırım, N. ve Şenel, T. (2007). Çalışma yapraklarının öğrenci başarısı üzerindeki etkisi: Asit baz örneği. *EDU*, 2(2).
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (1995, April). *Stretching models too far*. Annual Conference of the American Educational Research Association, San Francisco.
- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Harrison, A. G & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011- 1026.
- Karakaya, İ. (2009). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. (Ed. A. Tanrıoğen), Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Anı Yayıncılık, s. 55-84.
- Karamustafaoğlu, S., Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2005). Fen ve teknoloji eğitiminde kavram öğretimi. (Ed: M. Aydoğdu ve T. Kesercioğlu), *İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi*, Ankara: Anı Yayıncılık, s. 25-54.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (16. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kırbaşlar, F. G., Özsoy-Güneş, Z., Avcı, F. ve Atalar, A. (2012). Fen ve teknoloji ders kitaplarında “Madde ve Değişim” öğrenme alanındaki bazı kavramların ve örneklemelerin incelenmesi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 61-83.

Kurnaz, M. A. ve Değermenci, A. (2012). 7. sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1), 137-150.

Pabuçcu, A. ve Geban, Ö. (2015). 5E öğrenme döngüsüne göre düzenlenmiş uygulamaların asit-baz konusundaki kavram yanılgılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 191-206.

Petrucci, R. H., Harwood, W. S. & Herring, F. G. (2005). *Genel kimya ilkeler ve modern uygulamalar 1*. (8. Baskı). (Çev. Ed. Tahsin Uyar, Serpil Aksoy.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Smith, K. J. & Metz, P. A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*, 73(3), 233-235.

Söylemez, H. (2014). *10. sınıf genel kimya konu kitabı*. Ankara: Palme Yayıncılık.

Şahin, B. (2009). Metodoloji. (Ed. A. Tanrıoğen), *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Anı Yayıncılık, s. 109-130.

Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69.

Williams, M. D., Hollan, J. D., & Stevens, A. L. (1983). Human reasoning about a simple physical system, D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (131-153.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Zoller, U. (1990). Students' misunderstanding and misconceptions in college freshman chemistry (General and Organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.