

ÖĞRENCİLERİN “HÜCRE BÖLÜNMESİ VE KALITIM” KONULARINA İLİŞKİN KAVRAM YANILGILARI

Dr. Güliz Aydın
Saadet Emir Ortaokulu,
gulizaydin@gmail.com

Doç. Dr. Ali Günay Balım
DEÜ Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü,
agunay.balim@deu.edu.tr

Özet

Araştırma, İzmir ili Buca ilçesindeki bir ilköğretim okulunda öğrenim görmekte olan iki 8. sınıf şubesindeki toplam 55 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. 14 açık uçlu sorudan oluşan “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” kavramsal anlama testi, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere ön test olarak uygulanmıştır. Deney grubunda kavramsal değişim stratejilerine dayalı etkinliklerle, kontrol grubunda ise 8. sınıf Fen ve Teknoloji Öğretim Programındaki etkinliklerle öğretim gerçekleştirilmiştir. 7 hafta süren deneysel uygulamadan sonra, kavramsal anlama testi öğrencilere son test olarak uygulanmış ve deney ve kontrol gruplarından 9’ar öğrenci ile (toplam 18 öğrenci ile) ünite konularına ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca, ön test ve son test olarak uygulanan kavramsal anlama testine çok benzer bir test, deneysel uygulamanın bitmesinden 6 hafta sonra öğrencilere geciktirilmiş son test (kalıcılık testi) olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin, kavramsal anlama testlerine ve yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri yanıtların nitel analizleri yapılarak, konulara ilişkin kavram yanılığları belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: hücre bölünmesi ve kalıtım, kavram yanılığları, fen eğitimi

STUDENTS’ MISCONCEPTIONS RELATED TO SUBJECTS OF “CELL DIVISION AND HEREDITY”

Abstract

This study was conducted with 55 students from two 8th grade classes at a primary school in Buca, İzmir. The conceptual understanding test of 14 open-ended questions on “Cell Division and Heredity” was given to experiment and control group of students as a pre-test. While the experiment group’s learning activities were based on conceptual change strategies, the control group’s activities were on 8th grade Science and Technology course. After 7 weeks of experimental implementation, the conceptual understanding test was given as a post-test, and 18 semi-structured interviews on the unit subjects were held with 9 students from each group. 6 weeks after the end of experimental implementation, a similar test to the conceptual understanding test, which is used as a pre-test and post-test, was given as a delayed permanence test. Students’ answers to the test and interview were analysed qualitatively to find out their misconceptions on subjects.

Key words: Cell Division and Heredity, misconceptions, science education

GİRİŞ

Etkili Fen eğitimi için, temel Fen kavramlarının tam ve doğru olarak öğrenilmesi son derece önemlidir. Çünkü bu kavramlar, ilişkili olduğu diğer kavramların ve daha ileri seviyelerdeki Fen kavramlarının öğrenilmesine temel oluşturmaktadır. Dolayısıyla, yeni bilgi daha önceki kavramlarla ilişkilendirildiğinde anlam kazanır. Temel

kavramların yanlış ya da eksik öğrenilmesi, yeni oluşturulacak bilginin de yanlış öğrenilmesine neden olabilmektedir (Bayram, Sökmen ve Savcı, 1997; Bayram, Sökmen ve Gürdal, 1999). Etkin bir Fen öğretimi için, öğrencilerin Fen konularındaki kavram yanlışlarının bilinmesi gerekmektedir. Kavram yanlışları, kişilerin olaylar hakkında sahip oldukları bilimsel olarak yanlış olan fikir ve anlayışlarıdır (Gülçiçek, 2005: 124). Kavram yanlışlarının giderilerek anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için, öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilemeyecek bilgilerinin, yeni bilgilere uyum sağlayacak şekilde doğru bilgilerle değiştirilmesi gerekir ki; bu süreç, kavramsal değişim sürecidir.

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayandırılarak Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) tarafından geliştirilen kavramsal değişim modeline göre, öğrencilerin öncelikle var olan kavramlarını yetersiz bulmaları, ikinci olarak yeni kavramı anlaşılır, üçüncü olarak mantıklı (kabul edilebilir) ve son olarak da faydalı (kullanışlı) bulmaları gerekmektedir. Yeni kavram sözü edilen bu dört özelliği de taşıyorsa zorluk çekilmeden öğrenilir. Aksine yeni kavram mevcut kavramlarla çelişiyorsa, kabul edilebilir ve anlamlı olamaz (Chiu, Chou ve Liu, 2002; Duit ve Treagust, 2003).

Kavramsal değişimin sağlanabilmesi için, öğrencilerin konuya ilişkin sınıfa getirdikleri ve konunun bilimsel olarak ifade edilme biçimiyle çelişen kavram yanlışlarının tanımlanması ve ona göre öğrenme ortamının düzenlenmesi gerekir (Efe, Hevedanlı ve Yetişir, 2005: 285).

Kavramların temsil ettiği düşünceleri içselleştirmek ve bu kavramları doğru anlamlarıyla düşünebilmek, onları belleğin ötesine taşıyarak, zihinde özümlemek, Fen öğretiminin üst basamaklarına ulaşmanın en vazgeçilmez gerekliliğidir. İlköğretim döneminde oluşabilecek kavram yanlışları Fen öğretiminde ileriye dönük sorunlar yaratabilir (Eyidoğan ve Güneysu, 2002).

Fen öğretiminde kavram yanlışlarını gidermek ve öğrencilerde kavramsal değişimi sağlamak için kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları, zihin haritaları, kavram karikatürleri, analogiler ve modeller kullanılabilir.

Kavramsal Değişim Metinleri

Kavramsal değişim metinlerine, öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışları yazılıp bu kavramların neden yetersiz ya da yanlış olduğu vurgulanarak bilimsel açıklamalar ve örneklerle öğrencilere doğru kavram kazandırılmaya çalışılır. Kavramsal değişim metinlerinde öğrencilere sorular yöneltilerek onların ön bilgileri aktif hale getirilir ve daha sonra bu ön bilgilerin yanlış ve yetersiz olduğu öğrencilere hissettirilir (Köseoğlu ve diğ., 2003: 137). Böylece öğrenciler sahip oldukları kavram yanlışlarını sorgulayarak, kendi bilgilerinin yetersizliğini görürler. Ardından konuyla ilgili yeni bilgiler açıklanır, örnekler verilir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002; Özmen ve Demircioğlu, 2003).

Kavram Haritaları

Bir konu ile ilgili kavramları ve kavramlar arası ilişkileri grafiksel olarak gösteren kavram haritaları, öğrencilerin kavramları nasıl algıladıklarını ve kavramlar arası ilişkileri nasıl kurduklarını anlamada, ön kavramlarını ve alternatif kavramlarını belirlemede ve kavramsal anlamalarını değerlendirmede kullanılan görsel bir araçtır (Kaya, 2003; Aydın, Balım ve Evrekli, 2007). Kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak ve gidermek için kullanılan kavram haritaları, kavramlar arasındaki anlamlı ilişkileri önermeler şeklinde göstermeye yarayan şematik çizimler olarak tanımlanmaktadır (Novak ve Gowin, 1984).

Zihin Haritaları

Zihin haritalarında konuyu kapsayıcı merkezi bir şekil, anahtar sözcükler, kodlar, semboller kullanılır (Ehrlich, 2001). Zihin haritaları, ilişkili kavramlara bağlanan merkezi bir düşünceden meydana gelir. Harita, merkezi bir düşünce ve ona ilişkin 5-10 ikincil kavramdan oluşur. Bu kavramların her birine ilişkin 5-10 tane üçüncü düzey kavram da çizilebilir (Zhao, 2003). Belli bir bilgi yapısı ile ilgili olarak akla gelenlerin bir şema içinde yer alması; o bilgi yapısının, diğer bilgi yapıları ile ilişkilendirilmesini kolaylaştırabilmekte ve o bilginin tüm boyutlarıyla bir arada görülebilmesini sağlayabilmektedir (Keskinkılıç, 2009: 303). Zihin haritalama, konulara ilişkin anahtar kavramlar ve kodların kullanılması, konuyu ifade etmeyi sağlayan resim ve şekillerin yer verilmesi sayesinde, beynin hem sağ, hem de sol lobunun kullanılmasını sağlar.

Kavram Karikatürleri

Kavram karikatürlerinde, genellikle üç ya da daha fazla karakterin günlük bir olay hakkındaki karşılıklı soruları ya da fikirleri konuşma balonları biçiminde sunulmaktadır (Uğurel ve Morali, 2006). Kavram karikatürlerinde, genellikle üç ya da daha fazla karakterin bir konuda yaptıkları tartışmanın resimle ifadesi yer almaktadır (Keogh ve Naylor, 2000; Morris, Merritt, Fairclough, Birrell ve Howitt, 2007; Şaşmaz Ören, 2009). Bu tartışmada, resimdeki her karakter farklı bir düşünceyi savunmaktadır. Kavram karikatürleri, öğrencilerin öğretim öncesindeki sahip oldukları düşünce biçimlerinin ortaya çıkarılması ve var olan kavram yanlışlarının giderilebilmesini mümkün kılmaktadır (Saka, Akdeniz, Bayrak ve Asilsoy, 2006). Bu nedenle kavram karikatürleri, öğretmenlerin Fen eğitiminde kavramsal değişim oluşturmaları amacıyla kullanılabilir bir eğitimsel araçtır (Özyılmaz Akamca, Ellez ve Hamurcu, 2009).

Analojiler

Analoji bilinmeyen bir kavramın, bilinen bir kavramla açıklanmasında kullanılan tekniktir. Analojiler, tanıdık bilgi ile ilişki kurularak yeni fikrin mantıklı ve akla yatkın olmasını sağlar (Orgill ve Bodner, 2004). Analojiler, ön bilgilerle yeni bilgiler arasında anlamlı ilişkiler kurmada kullanılabilir (Kesercioğlu, Yılmaz, Huyugüzel Çavaş ve Çavaş, 2004: 27). Eğer kavranılması zor olan yeni konular öğrenciye daha önceden bildiği konulara benzetilerek ya da onlarla ilişki kurularak aktarılırsa, öğrenme daha çabuk gerçekleşecektir (Sağır ve Macaroğlu Akgül, 2004: 173). Analojiler, öğrencilerin kavram yanlışlarını tanımlarına, bu kavramları reddetmelerine ve bilimsel olarak kabul edilen kavramları benimsemelerine ve anlamlı öğrenmelerine yardım edebilir.

Modeller

Modeller, karmaşık görünen olayların insanlar tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla kullanılan bilimsel ve zihinsel etkinliklerdir (Paton, 1996'dan aktaran Canpolat, Pınarbaşı ve Bayrakçeken, 2004). Modeller doğru ve yerinde kullanılırlarsa, öğrencileri bilim adamları tarafından kabul edilen kavramsal modellere doğru götürür. Öğrencilerin kendi modellerini yapmalarını ve eleştirmelerini sağlamak, öğrenmede kavramsal gelişimi sağlar.

“Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” konuları, güncel hayatta pek karşılaşılmayan pek çok kavram içermektedir. Soyut ve karmaşık olan genetiğin temel kavramlarını somutlaştırmak ve yapılandırmak, öğrenenler için zordur (Kılıç ve Sağlam, 2008). Hücre Bölünmesi ve Kalıtım konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi, kavram öğretiminin nasıl gerçekleştiğinin bilinmesi ve öğrenme etkinliklerinin kavram yanlışlarına sebep olmayacak şekilde düzenlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Araştırmanın problemi, “Öğrencilerin ‘Hücre Bölünmesi ve Kalıtım’ konularındaki kavram yanlışları nelerdir?” şeklinde ifade edilebilir.

YÖNTEM

Çalışma, 2007-2008 öğretim yılında, İzmir ili Buca ilçesindeki bir ilköğretim okulunda derslerine aynı Fen ve Teknoloji dersi öğretmeninin girdiği şubeler halindeki iki sekizinci sınıfta gerçekleştirilmiştir. Bu iki sekizinci sınıf şubesindeki öğrenci sayılarının ve öğrencilerin başarı düzeylerinin birbirine denk olmasına dikkat edilmiş; sınıflar, “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” konularına ilişkin ön test sonuçlarına bakılarak çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında, aynı öğretmen öğretim yapmıştır.

Araştırmada deneysel modellerden “ön test - son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” (Balcı, 2001: 247) kullanılmıştır. Ön test – son test kontrol gruplu modelde, yansız atama ile oluşturulmuş iki gruptan biri deney, diğeri kontrol grubu olarak atanır ve her iki grupta da deney öncesi ve deney sonrası ölçmeler yapılır (Karasar, 1994).

Araştırmada veriler, açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin kullanıldığı ses kayıtlarıyla toplanmıştır.

Deneysel uygulamaya başlamadan önce deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testi ön test olarak; deneysel uygulama sonrasında ise son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin kavramları nasıl yapılandırdıklarını belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Deneysel çalışma sırasında kontrol grubunda Fen ve Teknoloji öğretim programında sunulan etkinliklere uygun yöntem ve tekniklerle dersler işlenirken; deney grubunda

yapılandırmacı yaklaşıma dayalı, kavramsal değişim stratejilerine uygun, öğrencilerin aktif olarak katıldıkları etkinliklerle (kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları, zihin haritaları, kavram karikatürleri, analogiler, modeller) öğretim gerçekleştirilmiştir. Ayrıca deneysel uygulamanın bitmesinden 6 hafta sonra deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere açık uçlu sorulardan oluşan bir kalıcılık testi, geciktirilmiş son test olarak uygulanmıştır. Bu kalıcılık testindeki soruların yarısı ön test - son test olarak kullanılan kavramsal anlama testindeki açık uçlu sorularla aynı, diğer yarısı ise bu sorulara çok benzerdir.

Kavramsal Anlama Testi, “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” konuları ile ilgili alan yazın taraması yapıp, öğrencilerin bu konularda sahip oldukları kavram yanılgıları dikkate alınarak hazırlanmış açık uçlu sorulardan oluşmaktadır.

Açık uçlu soruları hazırlarken kapsam geçerliği için “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” konuları ile ilgili kavram analizi yapılmıştır. Hazırlanan kavram analizine ilişkin olarak 5 uzmanın görüşü alınmıştır. Uzmanların görüş ve önerileri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmış, böylece hazırlanan kavram analizinin kapsam geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

Oluşturulan Hücre Bölünmesi ve Kalıtım Kavramsal Anlama Testine ilişkin olarak 7 uzmanın görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri alındıktan sonra kavramsal anlama testi, 21 öğrenciye uygulanarak, soruların ifade bakımından anlaşılır olup olmadığı incelenmiş, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Öğrencilere ön test, son test ve geciktirilmiş son test olarak uygulanan kavramsal anlama testinin son şekli 14 açık uçlu sorudan oluşmaktadır.

Hazırlanan görüşme soruları için 3 uzmanın görüşü alınmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Son testlerin uygulanmasından sonra deney ve kontrol grubundan 9’ar öğrenciye uygulanan “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu”, ünite kavramlarına ilişkin 12 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde görüşmeci, önceden sormayı planladığı soruları içeren görüşme protokolünü hazırlar. Buna karşın araştırmacı, görüşmenin akışına bağlı olarak değişik yan ya da alt sorularla görüşmenin akışını etkileyebilir ve kişinin yanıtlarını açmasını ve ayrıntılandırmasını sağlayabilir. Eğer kişi görüşme sırasında belli soruların yanıtlarını başka soruların içinde yanıtlamış ise, araştırmacı bu soruları sormayabilir (Türnüklü, 2000: 547). Öğrencilerle yapılan görüşmeler yazılı hale getirilerek verilerin azaltılması, verilerin sunumu ve sonuç çıkarma basamaklarıyla analiz edilmiştir.

BULGULAR

Araştırmanın problemi, “Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ‘Hücre Bölünmesi ve Kalıtım’ konularındaki kavram yanılgıları nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada, ön test (ÖT), son test (ST) ve geciktirilmiş son test (GST) olarak uygulanan kavramsal anlama testi ile deneysel uygulamadan sonra yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden (G) elde edilen sonuçlara göre deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde karşılaşılan kavram yanılgıları aşağıdaki gibidir:

Tablo 1: Öğrencilerin ‘Hücre Bölünmesi ve Kalıtım’ Konularına İlişkin Kavram Yanılgıları

Öğrencilerin Kavram Yanılgıları	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	ÖT	ST	GST	G	ÖT	ST	GST	G
DNA nükleotidleri oluşturur.	-	-	-	-	-	2	-	-
Nükleotidin içinde kromozom bulunur.	-	-	-	-	-	1	-	-
Kromozom sayıları aynı olmasına rağmen insanlar arasında görülen farklılıkların nedeni, genlerin fosfatının farklı olmasıdır.	-	-	-	-	-	1	-	-
Baba daima baskındır ve çocuklar babanın genetik özelliklerini taşır.	1	-	-	-	1	1	1	2
İki kardeşten, genlerini annesinden alan erkek çocuğu annesine, genlerini babasından alan kız	-	2	-	-	-	4	2	-

çocuğu babasına benzer.

Çocuğu anne doğurduğu için, genetik özellikleri daima annesine benzer.	-	-	-	-	-	-	-	2
Kaza sonucu gerçekleşen körlük, modifikasyona örnektir.	-	-	-	-	-	2	1	-
Kaza sonucu gerçekleşen körlük kalıtsal hale gelir.	1	1	-	-	3	2	-	-
Kedinin koparılan kulağı kendini yeniler.	-	-	-	-	-	-	1	-
Sonradan kazanılan karakterler, oğul döllere aktarılır.	-	-	-	-	1	-	-	1
DNA kendini eşlemez.	-	-	-	-	-	-	-	2
Canlıların kromozom sayılarıyla gelişmişlik düzeyi doğru orantılıdır.	12	2	1	-	2	4	4	3
Kromozom sayısı fazla olan canlı, az gelişmiştir.	1	-	-	-	-	-	1	-
Kromozom sayısı fazla olan canlı daha çok ürer.	2	-	-	-	-	-	-	-
Aynı tür canlıların kromozom sayısı farklıdır.	-	-	-	-	-	-	-	1
Baba, hemofili hastalığı bakımından taşıyıcıdır.	-	-	-	-	1	-	-	-
Babasının genleri baskın olan kız çocuğunda hemofili hastalığı görülmez, annesinin genleri baskın olan erkek çocuğunda hastalık görülür.	-	-	-	-	-	-	1	-
Küçükken geçirilen kaza, renk körlüğüne neden olabilir.	-	-	-	-	-	-	1	-
Anne ve babasının kuyrukları kesilen bir yavru kedi kesik kuyruklu doğar ve nesiller boyunca kuyruğu kısa/kesik yavru doğmaya devam eder. Hemofili/reng körlüğü kalıtsal değildir.	-	-	-	-	-	1	3	-
Kalıtsal hastalıklar baskın genlerle taşınır.	-	-	-	-	-	-	-	1
Patateslerden bölünen parçalardaki filizlerde çekirdek bulunduğundan dolayı toprakta kök oluşturur.	-	-	-	-	-	-	1	-
Mayoz, zigotun çoğalıp gelişmesini sağlar.	-	-	-	-	-	1	3	-
Adaptasyonlar fenotipte gerçekleşir.	-	-	-	-	-	1	-	-
Çocuğun kız ya da erkek olması, anne ve babanın ikisine de bağlıdır.	-	-	-	1	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	3

3 tane erkek çocuğu olan anne-babanın, 4. çocuğunun kız olma olasılığı % 25'tir. Erkek çocuklar baskındır. Kız çocuklar çekinik genle olabilir.

Yanak hücresi ve sinir hücresinin genetik yapısı - - - - - 7 farklıdır.

Deney grubundaki öğrencilerin, ön test olarak uygulanan kavramsal anlama testi sonucu “Baba daima baskındır ve çocuklar babanın genetik özelliklerini taşır.”, “Canlıların kromozom sayılarıyla gelişmişlik düzeyi doğru orantılıdır.”, “Kromozom sayısı fazla olan canlı, az gelişmiştir.” ve “Kromozom sayısı en fazla olan canlı daha çok ürer.” kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubundaki öğrenciler ön test sonuçlarına göre, “Baba daima baskındır ve çocuklar babanın genetik özelliklerini taşır.”, “Sonradan kazanılan karakterler, oğul döllere aktarılır.”, “Canlıların kromozom sayılarıyla gelişmişlik düzeyi doğru orantılıdır.” ve “Baba, hemofili hastalığı bakımından taşıyıcıdır.” kavram yanlışlarına sahiptirler. Son test ve geciktirilmiş son testte kontrol grubundaki öğrencilerin, deney grubundaki öğrencilere göre daha çok kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Kavram yanlışlarını gidermeye yönelik etkinlikler yapılmadan sadece Fen ve Teknoloji Öğretim Programındaki etkinliklerle derslerin işlendiği kontrol grubunda yapılan öğretimin, öğrencilerde kavram yanlışlarına sebep olduğu ya da kavram yanlışlarını gidermede yeterince etkili olmadığı düşünülebilir. Alan yazın taraması sonucu (Lock ve Miles, 1993; Yılmaz, 1998; Berthelsen, 1999; Lewis ve Robinson, 2000; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Şahin ve Parim, 2002; Tekkaya, 2002; Eyidoğan ve Güneysu, 2002; Topçu, 2004; Temelli, 2006) da yukarıda yer alan kavram yanlışlarına benzer kavram yanlışlarına rastlanmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Fen ve Teknoloji, pek çok konu ve kavramla bunlar arasındaki ilişkileri içeren bir derstir. Dersin içeriğindeki herhangi bir konu ve kavram öğrenilmeden, bu konu ve kavramla ilişkili diğer konu ve kavramların öğrenilmesi çok zordur. Yapılan araştırmalar, öğrencilerin Fen konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını ve bu kavram yanlışlarının da, yeni konuları öğrenmelerini zorlaştırdığını göstermiştir (Gülçiçek, 2005). Bu durum da, Fen ve Teknoloji konularına ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesini ve bu kavram yanlışlarını gidermeye yönelik kavramsal değişim stratejilerinin kullanılmasını gerektirir.

Öğrencilerin bilgileri aktif olarak kendilerinin yapılandırdıklarını öngören yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olan çalışmada, deney grubunda kavramsal değişim stratejilerine dayalı etkinlikler kullanılarak, bu etkinliklerin “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” konularında kavram yanlışlarını gidermede etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin, ön test olarak uygulanan kavramsal anlama testi sonuçlarına göre konuya ilişkin kavram yanlışları taşıma düzeyleri yakındır. “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” konu ve kavramlarını öğrenciler, önceki yıllarda öğrenmemişlerdir. Bu ünite konuları, sekizinci sınıftan önceki sınıflarda öğretim programında yer almamaktadır. Yapılan uygulamalardan sonra, son test, geciktirilmiş son test ve yarı yapılandırılmış görüşme verilerinin analizi sonucu, kontrol grubundaki öğrencilerin, deney grubundaki öğrencilerden daha çok kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Kavramsal değişim stratejilerinin etkililiğini inceleyen araştırmalarda, deneysel uygulamalardan sonra öğrencilerin kavram yanlışlarının anlamlı olarak azaldığı görülmektedir. Ancak öğrencilerde kavram yanlışları sayısı anlamlı olarak azaldığında bile, hala öğrencilerde çok sayıda kavram yanlışının kaldığı gözlenmiştir (Duit ve Treagust, 2003). Fen ve Teknoloji öğretim programındaki etkinliklerle yapılan öğretimin, kontrol grubundaki öğrencilerin kavram yanlışlarına düşmelerine sebep olduğu, kavramsal değişimi gerçekleştirmede yetersiz kaldığı söylenebilir.

Yapılan çalışmada kontrol grubundaki öğrencilerin, nükleotid, DNA, kromozom kavramları arasındaki büyüklük ilişkisini kuramadıkları ve bunun sonucunda “Nükleotidin içinde kromozom bulunur.”, “DNA nükleotidleri oluşturur.” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Ünal, Akıncı ve Şahin (2001), mitoz bölünme konusunun modellenmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada, pek çok öğrencinin gen, DNA, kromozom ve hücre bölünmesi kavramları arasında ilişki kurmada zorlandıklarını tespit etmişlerdir. Şahin ve Parim (2002) de yaptıkları çalışmada, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkinin net bir şekilde kavranmadığını, öğrencilerin genlerin kromozomlardan büyük olduğunu söylediklerini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, özellikle

kromozom-gen ilişkisinin öğrenilmesinin, 14-15 yaş grubundaki bilişsel gelişimde somuttan soyuta geçme evresinde olan öğrenciler için güç olduğunu belirtmişlerdir.

Kontrol grubundaki öğrencilerden birinin, “Kromozom sayıları aynı olmasına rağmen insanlar arasında görülen farklılıkların nedeni, genlerin fosfatının farklı olmasıdır.” kavram yanlışlığına sahip olduğu; Şahin ve Parim (2002)’in yaptıkları çalışmada da DNA şifrelerimizin niçin farklı olduğu sorusuna bilimsel olarak doğru yanıt veremeyen öğrencilerin olduğunu ifade edildiği görülmüştür. Yine bu araştırmacılar da çalışmalarında, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin taşıdığı “Canlıların kromozom sayılarıyla gelişmişlik düzeyi doğru orantılıdır.” kavram yanlışlığını tespit etmişlerdir.

Görüşme yapılan kontrol grubundaki öğrencilerde karşılaşılan “Yanak hücresi ve sinir hücresinin genetik yapısı farklıdır.” kavram yanlışlığıyla, yaptıkları çalışmalarda Lewis ve Wood-Robinson, (2000) ile Topçu, (2004)’nun da karşılaştıkları görüşmüştür. Bu araştırmacıların çalışmalarında öğrenciler, yanak ve sinir hücresinin genetik yapısının farklı olmasının nedenini, “Genetik yapılarının farklı olması, işlevlerinin farklı olmasından kaynaklanır.” şeklinde; Topçu (2004)’nun çalışmasında ayrıca, “Genetik yapılarının farklı olmasının nedeni, vücudun farklı yerlerinden alınmış örnekler olmalarıdır.” şeklinde açıklamışlardır. Yapılan bu çalışmada da, öğrenciler genetik yapının farklı olmasını düşünmelerinin nedeni olarak benzer açıklamalarda bulunmuşlardır.

Çalışmada, kontrol grubundaki öğrencilerin birinde, “Küçükken geçirilen kaza, renk körlüğüne neden olabilir.” kavram yanlışlığına rastlanmıştır. Yine kontrol grubundaki görüşme yapılan öğrencilerden birinin söylediği “Yapışık kulaklılık, kalıtsal hastalıktır.” ifadesi, öğrencinin “kalıtsal özellik” ile “kalıtsal hastalık” kavramlarını zihninde iyi yapılandıramadığını göstermektedir.

Görüşme yapılan kontrol grubundaki öğrencilerden birinde karşılaşılan “Anne ve babasının kuyrukları kesilen bir yavru kedi kesik kuyruklu doğar ve nesiller boyunca kuyruğu kısa/kesik yavru doğmaya devam eder.” kavram yanlışlığıyla, Clough ve Wood-Robinson (1985) da 84 ortaokul öğrencisiyle yaptıkları çalışmada karşılaşmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında öğrencilere, farelerin kuyrukları kesildiğinde doğacak yavrularının kuyruklarının uzunluğunun nasıl olacağını sormuşlardır. Öğrenciler doğacak yavruların kuyruklarının normal uzunlukta olacağını fakat farelerin kuyrukları nesiller boyunca kesilmeye devam edildiğinde, 4-5 nesil sonra kuyruksuz yavrular dünyaya geleceğini ve bunun kalıtsal bir özellik halini alacağını belirtmişlerdir. Benzer şekilde kontrol grubundaki öğrencilerin, deney grubundaki öğrencilerden daha çok “Kaza sonucu gerçekleşen körlük, kalıtsal hale gelir.” kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Kargbo, Hobbs ve Erickson (1980) de yaptıkları çalışmada, öğrencilerde bu kavram yanlışlığının olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Berthelsen (1999) de yaptığı çalışmada öğrencilerin, “Canlının yaşamı boyunca kalıtsal karakterler kazanılmaya devam eder.” kavram yanlışlığına sahip olduklarını görmüştür.

Yapılan uygulamalardan sonra, kontrol grubundaki öğrencilerin sahip oldukları “Kaza sonucu gerçekleşen körlük, modifikasyona örnektir.” kavram yanlışlığını, yaptığı çalışmada Topçu (2004)’nun da belirlediği görülmektedir. Araştırmacı çalışmasında öğrencilerde, “Kaza geçirerek kör olan bir kediden doğan yavru kedinin gözü kör olmaz. Bunun nedeni modifikasyondur.” kavram yanlışlığını tespit etmiştir.

Çalışmada, kontrol grubundaki öğrencilerin birinde var olduğu belirlenen “Kalıtsal hastalıklar, baskın genlerle taşınır.” kavram yanlışlığı; Topçu (2004) da çalışmasında, “Kanın pıhtılaşmaması (hemofili) hastalığı, baskın genlerle kontrol edilir.” şeklinde tespit etmiştir.

Kontrol grubundaki öğrencilerden biri biyoteknolojiyi, “Verimi artırmak için kullanılan teknoloji, biyoloji” şeklinde tanımlamıştır. Öğrenci tarafından yapılan bu bilimsel olarak yetersiz tanıma “Biyoteknoloji, teknoloji ve biyolojinin birleşimidir.” şeklindeki bir öğrenci tanımıyla Lock ve Miles (1993)’in çalışmasında da rastlanmaktadır. Bu araştırmacıların da çalışmalarında tespit ettikleri gibi; özellikle kontrol grubundaki öğrencilerin, biyoteknoloji ve uygulamalarına ilişkin bilgi eksikliklerinin olduğu görülmüştür.

Deney grubundaki öğrencilerin, kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlar ve açıklamaların bilimsel olarak doğruluk düzeyinin, kontrol grubundaki öğrencilerin cevaplarından daha yüksek olduğu görülmüş ve kontrol grubundaki öğrencilerin “Hücre Bölünmesi ve Kalıtım” ünitesi kavramlarına ilişkin olarak daha çok kavram yanlışlığına sahip oldukları gözlenmiştir. Deney grubundaki öğrenciler, ünite kavramları ile bu kavramlar

arasındaki ilişkiyi daha iyi açıklayabilmişlerdir. Ayrıca deney grubunda kavramsal değişimin, kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde gerçekleştiği görülmüştür.

Kavramlar ve kavramlar arası ilişkilerin öğrenilmesinde, deney grubunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı kavramsal değişim stratejileriyle yapılan öğretimin, kontrol grubundaki Fen ve Teknoloji öğretim programında yer alan etkinliklerle yapılan öğretime göre kavram yanılgılarını gidermede daha etkili olduğu söylenebilir. Yapılan çalışma ile uyumlu olarak Özkan, Tekkaya ve Geban (2001), Gökçe (2002), Balcı, Çakıroğlu ve Tekkaya (2006) yaptıkları çalışmalarda kavramsal değişim metinlerinin; Güçlüer (2006) kavram haritalarının; Bilgin ve Geban (2001) analogilerin; Kabapınar (2005), Saka ve diğ. (2006), Ekici, Ekici ve Aydın (2007) kavram karikatürlerinin; Özyılmaz Akamca (2008) analogiler ve kavram karikatürlerinin; Yılmaz (1998) ile Tekkaya (2003) kavramsal değişim metinleri ile kavram haritalarını birlikte kullanmanın; Glyn ve Takahashi (1998) ile Pabuçcu ve Geban (2006), kavramsal değişim metinlerinin içinde analogilerin kullanılmasının, kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Öğrencilerin bir konuda hiç bilgi sahibi olmamaları, o konuda yanlış bilgi sahibi olmalarından daha iyidir. Çünkü bir konudaki yanlış kavramlar, o konuyla ilgili yeni konu ve kavramların öğrenilmesini engellemektedir. Özellikle çok sayıda konu ve kavramla bunlar arasındaki ilişkileri içeren Fen ve Teknoloji derslerinde öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olmaları, ilgili yeni konuları öğrenmelerini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle Fen ve Teknoloji derslerinde öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesi, bu kavram yanılgılarını gidermeye yönelik kavramsal değişim stratejilerinin (kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları, zihin haritaları, kavram karikatürleri, analogiler, modeller) kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Kavram yanılgılarının belirlenmesi ve kavramsal değişim stratejilerinin kullanılmasına yönelik olarak şu önerilere yer verilebilir:

Araştırmacılar, Fen ve Teknoloji öğretim programında yer alan tüm ünite ve konulara ilişkin olarak öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını belirleyebilirler. Böylece bu kavram yanılgıları, Fen ve Teknoloji öğretmen kılavuz kitaplarında ünite başlarında bir liste halinde yer alabilir ve öğretmenler derslerinde, öğrencilerin bu kavram yanılgılarını düşmelerini önleyecek etkinlik ve çalışmalara yer verebilirler.

Fen ve Teknoloji dersi öğretmenleri, kavram öğretimine ilişkin olarak hizmet içi eğitim seminerlerine alınabilirler. Bu seminerlerde, öğrencilerin kavram yanılgılarını nasıl belirleyecekleri ve kavram yanılgılarını nasıl gidereceklerine yani öğrencilerin zihinlerinde kavramsal değişimi nasıl gerçekleştireceklerine ilişkin uygulamalı eğitim çalışmalarına yer verilebilir. Bu sayede öğretmenler, öğrencilerin zihinsel modellerinin, bilimsel olanlarla uyumlu olup olmadığını anlayabilirler. Böylece, öğrencilerin günlük hayatta önemli bir yer tutan Fen ve Teknoloji konu ve kavramlarını anlamlı öğrenmeleri sağlanabilir.

Not: Bu çalışma 07-09 Kasım 2012 tarihlerinde Antalya'da 16 Ülkenin katılımıyla düzenlenen "World Conference on Educational and Instructional Studies - WCEIS-2012"da sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

Aydın, G. ve Balım, A. G. ve Evrekli, E. (2007). The use of mind map and the theory of multiple intelligences in the science instruction. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 74-79.

Balcı, A. (2001). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Balcı, S., Çakıroğlu, J. ve Tekkaya C. (2006). Engagement, exploration, explanation, extension, and evaluation (5e) learning cycle and conceptual change text as learning tools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34 (3), 199-203.

Berthelsen, B. (1999). *Students naïve conceptions in life science*. *MSTA Journal*, 44(1) (Spring'99), pp. 13-19.

<http://www.msta-mich.org>

<http://homepage.mac.com/vtalsma/misconcept.html#heredity>

Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2001). *Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi*. Maltepe Üniversitesi, Bilimde Çağdaş, Düşüncede Özgür Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. (7-8Eylül 2001). 372-377, İstanbul.

Canpolat, N., Pınarbaşı, T. ve Bayrakçıken, S. (2004). Kavramsal değişim yaklaşımı-III: Model kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (2), 377-384.

Chiu, M. H., Chou, C. C. & Liu, C. J. (2002). Dynamic processes of conceptual change: analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (8), 688-712.

Clough, E. E. & Wood-Robinson, C. (1985). Children’s understanding of inheritance. *Journal of Biological Education*, 19 (4), 304-310.

Duit, R. & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-681.

Efe, R., Hevedanlı, M. ve Yetişir, İ. (2005). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*. Aydoğdu, M. Ve Kesercioğlu, T. (Ed.) Fen ve teknoloji eğitiminde temel kavram hataları (280-298). Ankara: Anı Yayıncılık.

Ehrlich, A. R. (2001). *Mind mapping an overview bibliography*. 13.03.2006 tarihinde http://studenttabletpc.blogs.com/the_student_tablet_pc/files/mind_mapping_overview.pdf adresinden alınmıştır.

Ekici, F., Ekici, E., ve Aydın, F. (2007). Utility of concept cartoons in diagnosing and overcoming misconceptions related to photosynthesis. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4), 111-124.

Eyidoğan, F. ve Güneysu, S. (2002). *İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi kitaplarındaki kavram yanlışlarının incelenmesi*. V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Glynn, S. M. ve Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 53-62.

Gökçe, M. (2002). *Kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarını gidermedeki etkililiği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Güçlüer, E. (2006). *İlköğretim fen bilgisi öğretiminde kavram haritaları ile verilen bilişsel desteğin başarıya, hatırd tutmaya ve fen bilgisi dersine ilişkin tutuma etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Gülçiçek, Ç. (2005). *Konu alanı ders kitabı inceleme kılavuzu (Fizik)*. Bulunduğu eser: Yağbasan, R., Güneş, B., Özdemir, İ. E., Temiz, K., Gülçiçek, Ç., Kanlı, U., Ünsal, Y. ve Tunç, T. (Ed.) Bilimsel modeller ve modelleme (ss. 117-139). Ankara: Gazi Kitabevi.

Kabapınar, F. (2005). Yapılandırmacı öğrenme sürecine katkıları açısından fen derslerinde kullanılacak bir öğretim yöntemi olarak kavram karikatürleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 5 (1), 103-146.

Karasar, N. (1994). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (6. Basım). Ankara: 3A Araştırma Eğitim Danışmanlık Ltd.

Kargbo, D. B., Hobbs, E. D. & Erickson, G. L. (1980). Children’s beliefs about inherited characteristics. *Journal of Biological Education*, 14 (2), 137-146.

Kaya, O. N. (2003). Fen eğitiminde kavram haritaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (1).

Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. *International Journal of Science Education*, 21 (4), 431- 446.

Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Huyugüzel Çavaş, P. ve Çavaş, B. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretiminde analogilerin kullanımı: "Örnek uygulamalar". *Ege Eğitim Dergisi*, (5) 1, 27-35.

Keskinkılıç, G. (2009). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde zihin haritalarının kullanımı*. Eğitimde Yeni Yönelimler-V "Öğrenmenin Doğası ve Değerlendirme" Sempozyumu. (18 Nisan 2009). Bildiriler Kitabı, 303-306. Özel Tevfik Fikret Okulları, İzmir.

Köseoğlu, F., Atasoy, B., Kavak, N., Akkuş, H., Budak, E., Tümay, H., Kadayıfçı, H. ve Taşdelen, U. (2003). *Yapılandırmacı öğrenme ortamı için bir fen ders kitabı nasıl olmalı*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Lewis, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177-195.

Lock, R. & Miles, C. (1993). Biotechnology and genetic engineering: Students' knowledge and attitudes. *Journal of Biological Education*, 27 (4), 267-272.

Morris, M., Merritt, M., Fairclough, S., Birrell, N. & Howitt, C. (2007). Trialling concept cartoons in early childhood teaching and learning of science. *Teaching Science*, 53(2), 42-45.

Novak, J. D. ve Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.

Orgill, MK. & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practise*, 5 (1), 15-32.

Özkan, Ö., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2001). *Ekoloji konularındaki kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri ile giderilmesi*. Maltepe Üniversitesi, Bilimde Çağdaş, Düşüncede Özgür Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. (7-8 Eylül 2001). 191-193, İstanbul.

Özmen, H. ve Demircioğlu, G. (2003). Asitler ve bazlar konusundaki öğrenci yanlış anlamalarının giderilmesinde kavram değişim metinlerinin etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 111-119.

Özyılmaz Akamca, G. (2008). *İlköğretimde analogiler, kavram karikatürleri ve tahmin gözlem-açıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Özyılmaz Akamca, G., Ellez, A. M. ve Hamurcu, H. (2009). Effects of computer aided concept cartoons on learning outcomes. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 296-301.

Pabuçcu, A. ve Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 184-192.

Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N. (2002). Fen eğitiminde kavramsal değişim yaklaşımı-II: Kavram değiştirme metinleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10 (2), 281-286.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Sağırılı, S. ve Macaroğlu Akgül, E. (2004). *Fen bilgisi dersinde analogi kullanımının kavramaya etkisi*. Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, VI. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (9-11 Eylül 2004). 171-178, İstanbul

Saka, A., Akdeniz, A. R., Bayrak, R., ve Asilsoy, Ö. (2006). "Canlılarda enerji dönüşümü" ünitesinde karşılaşılan yanlışların giderilmesinde kavram karikatürlerinin etkisi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara: 7.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.

Şahin, F. ve Parim, G. (2002). *Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile DNA, gen ve kromozom kavramlarının öğrenilmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Şaşmaz Ören, F. (2009). Öğretmen adaylarının kavram karikatürü oluşturma becerilerinin dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4(3), 994-1016.

Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.

Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 259-266.

Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change text. *Research in Science & Technological Education*, 21 (1), 5-16.

Temelli, A. (2006). Lise öğrencilerinin genetikle ilgili konulardaki kavram yanlışlarının saptanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14 (1), 73-82.

Topçu, M. S. (2004). *Sekizinci sınıf genetik-canlılarda üreme ve gelişme ünitelerinin öğreniminde ve öğretiminde karşılaşılan zorlukların tespiti*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Türnüklü, A. (2000). Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılacak nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 6 (24), 543-559.

Uğurel, I. ve Moralı, S. (2006). Karikatürler ve matematik öğretiminde kullanımı. *Milli Eğitim Dergisi*, 170.

Ünal, M., Akıncı, Ş., Şahin, F. (2001). *Biyolojik kavramların öğretilmesinde modellerin rolü: Mitoz bölünme*. Hacettepe Üniversitesi, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 2000. Ankara: MEB Basımevi, 10-16.

Yılmaz, Ö. (1998). *The effects of conceptual change texts accompanied with concept mapping on understanding of cell division unit*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Doğal ve Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu.

Zhao, Y. (2003). *The use of a constructivist teaching model in environmental science at beijing normal university*. The China Papers, 78-83.