

## Adaptasyon ve Doğal Seçilim Konusunda Geliştirilen Rehber Materyallerin Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Alternatif Kavramlarının Giderilmesine Etkisi

### Effect of Guide Materials Developed in “Adaptation and Natural Selection” Subject on Remediating Grade 8 Students Alternative Conceptions

Hasan BAKIRCI\* Muammer ÇALIK\*\*  
Karadeniz Teknik Üniversitesi

#### Öz

Bu çalışmanın amacı, adaptasyon ve doğal seçim konusunda geliştirilen rehber materyallerin sekizinci sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarının giderilmesine olan etkisini incelemektir. Araştırma 2009-2010 öğretim yılında 31 sekizinci sınıf öğrenciyle yürütülmüştür. Çalışmada ilk olarak alan yazındaki çalışmalar incelenerek öğrencilerin konu ile ilgili kavramsal problemleri ortaya çıkartılmıştır. Adaptasyon ve Doğal Seçilim Kavram Testi öğrencilere, uygulamadan bir hafta önce ön test, uygulamadan hemen sonra son test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın etkililiğini ortaya çıkarmak için aynı test, son testten iki ay sonra kalıcılık testi olarak kullanılmıştır. Ön test, son test ve kalıcılık testi aracılığıyla elde edilen veriler SPSS 15.00™ programına aktarılarak, bu verilerle tanımlayıcı istatistik ve çoklu karşılaştırma (post-hoc) yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, adaptasyon ve doğal seçim konusuna yönelik geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerde kavramsal değişimi gerçekleştirmede etkili olduğu ve öğrencilerdeki alternatif kavramları büyük oranda giderdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bağlı olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

*Anahtar Sözcükler:* Alternatif kavramlar, adaptasyon, doğal seçim, rehber materyal

#### Abstract

The purpose of this study is to examine effect of guide materials developed in ‘adaptation and natural selection’ subject on grade 8 students’ alternative conceptions. This study was conducted with 31 grade 8 students in spring semester of 2009-2010. In this context, to define the students’ conceptual problems cited in related literature, an extensive literature review was initially carried out. Adaptation and Natural Selection Concept Test was employed as a pre-test one week before the teaching intervention while the same test was immediately re-administered as a post-test after the teaching intervention. Moreover, to investigate its influence on their long-term memory, the same test was administered as a retention test two months after the post-test. Pre, post and retention test results were exposed to descriptive statistics and post-hoc tests using SPSS 15.00™. The results showed that the guide materials of the “adaptation and natural selection” subject were not only efficient in enabling the grade 8 students to achieve conceptual change but also substantially eliminating their alternative conceptions. Some recommendations were made in light of the results of the study.

*Keywords:* Alternative conceptions, adaptation, natural selection, guide material.

\* Arş. Gör. Hasan BAKIRCI, KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, 61335, Trabzon. hasanbakirci09@hotmail.com

\*\* Doç. Dr. Muammer ÇALIK, KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, 61335, Trabzon, muammer38@hotmail.com

### Summary

#### *Purpose*

The purpose of this study is to examine effect of guide materials developed in 'adaptation and natural selection' subject on grade 8 students' alternative conceptions.

#### *Results*

As seen in Table 2, percentages of the students' responses classified under 'Correct Choice with Sound Understanding' were 6.5% for the pre-test, 64.5% for the post test and 32.2% for the retention test for Item 1 while those of the students' responses categorized under 'Incorrect Choice with Alternative Conceptions' were 61.3%, 6.5% and 29% respectively. Further, percentages of the students' responses labelled under 'Correct Choice with Sound Understanding' were 9.6% for the pre-test, 48.4% for the post test and 61.3% for the retention test for Item 2 whilst those of the students' responses classified under 'Correct Choice with Partial Understanding' were 61.3%, 32.2% and 16.1% respectively. Similarly, percentages of the students' responses categorized under 'Correct Choice with Sound Understanding' were 19.3% for the pre-test, 48.4% for the post test and 38.8% for the retention test whereas those of the students' responses labelled under 'Correct Choice with Partial Understanding' were 38.8%, 32.2% and 25.8% respectively. For Item 4, proportions of the students' responses categorized under 'Correct Choice with Sound Understanding' were 9.6% for the pre-test, 51.7% for the post test and 32.2% for the retention test while those of the students' responses labelled under 'Correct Choice with Partial Understanding' were 38.8% for the pre-test, 29% for the post test and 22.6% for the retention test. For Item 5, percentages of the students' responses classified under 'Correct Choice with Sound Understanding' were 3.2% for the pre-test, 45.1% for the post-test and 19.3% for the retention test whilst those for 'Correct Choice with Partial Understanding' were 42%, 38.8% and 22.6% respectively. While none of the student responses in the pre-test was classified under 'Correct Choice with Sound Understanding' for Item 6, ratios of the students' responses in the post-test and the retention test for the same category were 32.2% and 22.6% respectively. Moreover, percentages of the students' responses labelled under 'Correct Choice with Partial Understanding' were 25.8% for the pre-test, 45.1% for the post-test and 29% for the retention test whilst those for 'Correct Choice with Alternative Conceptions' were 29%, 6.5% and 32.2% respectively.

As can be seen from Table 4, there are statistically significant differences between the pre-test and the post-test scores in favour of post-test scores, between the pre-test and the retention test scores in favour of the retention test scores and between the post-test and retention test scores in favour of the post-test scores [ $F_{(1,31)}=57.60, p<.01$ ].

#### *Discussion*

In light of the results, it can firstly be deduced that the grade 8 students had some alternative conceptions of the 'adaptation and natural selection' subject. However, after the teaching intervention, most of their alternative conceptions were replaced with scientific ones. When we compared the pre-test results for the first two categories of analysis criteria (Correct Choice with Sound Understanding and Correct Choice with Partial Understanding) with the post-test and retention-test ones, there was an inverse U-shaped developmental curve in their conceptual understanding and their percentages. For example; these percentages for Item 1 were 16.1%, 90.3% and 51.5% respectively (see Table 2). In the retention-test scores, there was a certain decrease as compared to the post-test ones but these scores were higher than the pre-test ones. In fact, this is an expected result because some knowledge or notions may be forgotten overtime unless they are stored in the long-term memory (Çalik et al., 2010a,b; Taber, 2001). Likewise, when we looked at the last two categories of the analysis criteria (Correct Choice with Alternative Conceptions and Incorrect Choice with Alternative Conceptions), a sharp decrease appeared in the post-test scores as a result of a Hawthorne type effect. But a small increase emerged in the retention-test scores as a consequence of a two-month period after the teaching intervention (see Table 2).

### Conclusions

The grade 8 students' responses to Item 1 point out that they viewed "adaptation" concept as nonhereditary. That is, this may come from the idea "the adaptation procedure occurs in a short-time period". Indeed, this procedure lasts a long-time-period, i.e. a century. Such alternative conceptions may stem from confusing scientific terminology with daily life knowledge and/or experience (Alles, 2001; Brumby, 1984; Simpson & Marek, 1988). Majority of the students' responses to Item 3 shows that they tended to use the adaptation concept instead of modification one. In other words, they had a dilemma between the adaptation and modification concepts in terms of proper usage (Moore et al., 2002). Similarly, the students' responses to Item 6, e.g. 'Rabbits with black hair were changed with modification of fur colour', reveal that the students seem to have confused the concepts 'natural selection and modification' with each other (Greene, 1990). Phrased differently, they may have tended to interchangeably exploit these concepts.

When we looked at the students' responses to Item 4, it was evident that they viewed the "natural selection" concept as an incidentally event during the struggle of life of all living creatures. After the teaching intervention, it was elicited that the students expressed the natural selection with Darwin statement 'survival of the fittest' (see Table 2). To sum up, the results showed that the guide materials of the "adaptation and natural selection" subject were not only efficient in enabling the grade 8 students to achieve conceptual change but also substantially eliminating their alternative conceptions. It is recommended that guide materials (e.g. worksheet, analogy/analogy map, conceptual change text) improved by experts be uploaded to the Internet environment and that teacher be promoted to use them. Also, Ministry of National Education should act as a flyer for this context.

### Giriş

Öğrenciler etraflarında gerçekleşen pek çok doğal olayla ilgili bilişsel modeller geliştirerek sınıfa gelirler; ancak bu modeller genellikle bilimsel görüşlerden farklıdır (Fisher & Moody, 2002). Öğrencilerin bilimsel görüşlerle çelişen bu modellerine alan yazında, kavram yanılgısı (Smith, diSessa & Roschelle, 1993), alternatif kavram (Palmer, 1993) ya da ön kavram (Gallegos, Jerezona & Flores, 1994) gibi isimler verilmektedir. Bu terimler genellikle benzer anlamları taşımaktadır, ancak alternatif kavram ifadesi yapılandırmacı öğrenme teorisiyle daha uyumludur (Çalık & Ayas, 2005; Taber, 2000). Bu sebepten dolayı da bu çalışmada alternatif kavram ifadesi tercih edilmiştir.

Alternatif kavramlar öğrencilerin doğal dünyayı anlamasını engellemekte ve bilişsel yapıda güçlü bir şekilde yer edinmesinden dolayı da kolay kolay ortadan kaldırılamamaktadır (Hammer, 1996). Nitekim alternatif kavramların oluştuğu anı belirlemek güç olduğundan, öğrencilerin ileriki yaşamlarında onları değiştirme olasılığı da azalmaktadır (Örneğin; Kolomuç & Çalık, 2012). Bu yüzden alternatif kavramların nedenlerinin ortadan kaldırılmaya çalışılması ve oluşma ihtimalinin en aza indirgenmesi gerekmektedir (Orgill & Bodner, 2004; Özmen, Ayas & Coştu, 2002). Öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramları sonraki öğrenmeleri etkilemesi ve değişime karşı direnç göstermesinden dolayı (Cahyadi, 2004; Coll, France & Taylor, 2005), bu durum hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından sıkıntı oluşturmakta ve öğrenme ortamlarını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle fen eğitiminde, öğrencilerin alternatif kavramlarını giderebilen ve yeni alternatif kavramların oluşmasını engelleyebilen çalışma yaprağı, analogi, kavramsal değişim metni gibi rehber materyallerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Guzzetti, Williams, Skeels & Wu, 1997; Guzzetti, 2000).

Fen eğitimi alanındaki araştırmalar, öğrencilerin *büyüme ve gelişme* (Smith & Anderson, 1984), *hücre metabolizması* (Storey, 1991), *hücre yapısı ve fonksiyonu* (Zukerman, 1994), *osmoz ve difüzyon* (Marek, Cowan & Cavallio, 1994), *fotosentez* (Amir & Tamir, 1994), *besin zinciri* (Webb & Boltt, 1990), *solunum* (Sander, 1993), *canlıların taksonomik sınıflandırması* (Trowbridge & Mintzes, 1988), *ekoloji* (Adeniyi, 1985) ve *evrim* (Apaydın & Sürmeli, 2009; Brumby, 1984) gibi birçok biyolojik konuda

alternatif kavramlara sahip olduklarını göstermektedir. Bu konular içerisinde en tartışmalı olanı evrimdir (Apaydın & Sürmeli, 2009; İrez & Özyeral Bakanay, 2011; Tekkaya & Kılıç, 2012). Doğal seçim, adaptasyon, mutasyon, varyasyon ve modifikasyon temel kavramlarının anlaşılması evrimin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Rudolph & Stewart, 1998; Passmore & Stewart, 2002). Ancak öğrencilerin Lamarckçı (teleolojik) yaklaşımdan etkilenerek bu kavramları doğru olarak algılamada zorlanmaları (Bishop & Anderson, 1990; Brem, Ranney & Shindel, 2002), evrim ve ilgili kavramlara yönelik olumsuz tutum ve ön yargı geliştirmelerine sebep olmaktadır (Passmore & Stewart, 2002).

Mevcut alan yazısı incelendiğinde, yapılan çalışmaların adaptasyon ve doğal seçim konularında kavramsal değişimin sağlanmasından daha ziyade, evrim öğretimini etkileyen faktörler (Kılıç, 2012; Kılıç, Soran & Graf, 2011), evrimin doğası ve evrim teorisine yönelik inançlar veya tutumlar (Akyol, Sungur & Tekkaya, 2010; Apaydın & Sürmeli, 2009; İrez & Özyeral Bakanay, 2011; Kılıç, 2012; Tekkaya & Kılıç, 2012) ve alternatif kavramların tespit edilmesiyle (Asghar, Wiles & Alters, 2007; Brumby, 1984; Greene, 1990; Lawson & Thompson, 1988) ilgili olduğu görülmektedir. Ayrıca evrim konusuyla ilgili hassasiyetten dolayı, bu çalışmaların ilköğretim (Lawson & Thompson, 1988), ortaöğretim (Gregory, 2009; Passmore & Stewart, 2002) ve çoğunlukla da üniversite (Apaydın & Sürmeli, 2009; Asghar vd., 2007; Brumby, 1984; Graf, Tekkaya, Kılıç & Özcan, 2011; İrez & Özyeral Bakanay, 2011; Kılıç, 2012; Kılıç, Soran & Graf, 2011; Tekkaya & Kılıç, 2012) düzeyinde yapıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu durumda ilköğretim düzeyinde adaptasyon ve doğal seçim kavramlarıyla ilgili bir çalışmanın yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Nitekim ülkemizdeki sekizinci sınıf Fen ve Teknoloji öğretimin programında "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" ünitesinde adaptasyon ve evrim konu başlığına yer verilmesi bunun bariz bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Öğrencilerin sahip oldukları bu alternatif kavramlar ve ön bilgiler yapılandırmacı öğrenme teorisinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Ülkemizde de 2004 Fen ve Teknoloji öğretim programında bu teoriden faydalanılmıştır. Yapılandırmacı öğrenme teorisinin sınıf ortamında kullanımını kolaylaştırmak amacıyla 3E, 4E, 5E ve 7E modelleri kullanılmaktadır. Ancak, bu modeller içerisinde çok fazla tercih edilmesinden dolayı, 5E modeli daha fazla ön plana çıkmaktadır (Örneğin; Karşı & Çalık, 2012). 5E'nin ilk aşaması olan *girme aşaması*, öğrencilerin ön bilgilerinin sorgulamayı ve konuya ilgilerini çekmeyi içermektedir. *Keşfetme aşamasında*, öğrenciler öğretmenin rehberliğinde bireysel veya grup olarak çalışır. Böylece, bilimsel bilgiyi keşfeder veya problem(ler)e çözüm üretir. *Açıklama aşamasında*, öğretmen öncelikle öğrencilerden *keşfetme* aşamasında elde ettikleri deneyimleri açıklamalarını ister. Bu süreçte, öğretmen, bilgisayar yazılımı, tartışma, video gösterimi gibi yöntemlerden faydalanarak bu bilgilerin doğrulamasını veya düzeltilmesini yapar. *Derinleştirme aşamasında*, öğrenciler öğrendikleri yeni bilgileri farklı durumlara transfer edip derinleştirir ve günlük hayatla ilişkilendirir. Ön bilgilerin veya alternatif kavramların bilimsel olanlarla değiştirildiğine dair ipuçlarının arandığı *değerlendirme aşamasında*, öğrencilerden kendi gelişmelerini değerlendirmeleri beklenir (Bybee, Taylor, Gardner, Scotter, Powell, Westbrook, & Landes, 2006).

5E modeline uygun olarak geliştirilen çalışma yapılarının öğrencilerin derse karşı ilgilerini artırma, kendi öğrenmelerinde sorumlu olmalarını sağlama, alternatif kavramları giderme ve başarıyı artırma açılarından etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Harrison & Treagust, 2001; Kurt & Akdeniz, 2002). Öğrencilerin alternatif kavramlarının giderilmesinde çalışma yapılarının yanında analogiler ve kavramsal değişim metinlerinin de kullanıldığı görülmektedir. Analogiler iyi bir şekilde planlanır ve analogik haritalamayla analoginin nerede kırıldığı belirtilirse, öğrencilerin alternatif kavramlarının giderilmesinde ve yapılandırılmamış bilgilerin düzenlenmesinde analogiler tamamlayıcı bir rol üstlenebilir (Örneğin; Brown, 1992; Çalık, Okur & Taylor, 2011; Treagust, Harrison & Venville, 1998). Diğer taraftan, kavramsal değişim metinleri öğrencilerin var olan alternatif kavramlarını doğrudan gidermeye çalışmaktadır (Dole, 2000; Guzzetti, 2000; Tekin, Kolomuç & Ayas, 2004) ve en etkili kavramsal değişim stratejilerden birisi olarak görülmektedir (Guzzetti, Snyder, Glass & Gamas, 1993). Ancak 5E modeli kapsamında çalışma

yaprağı, analogi ve kavramsal değişim metnini bir arada kullanan ve bu öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin adaptasyon ve doğal seçim konularıyla ilgili alternatif kavramlarına etkisini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışma farklı kavramsal değişim tekniklerinin/yöntemlerinin bir arada kullanılmasının sekizinci sınıf öğrencilerinin adaptasyon ve doğal seçim konularıyla ilgili alternatif kavramlarının tamamen giderilmesini sağlayacağı hipotezini test etmek için yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, adaptasyon ve doğal seçim konusunda geliştirilen rehber materyallerin 8. sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarının giderilmesine olan etkisini incelemektir.

## Yöntem

### *Araştırmanın Deseni*

Özellikle etkinliklerin ve ölçme araçlarının tamamen deney grubuna göre hazırlanması durumunda deney grubuyla kontrol grubunun karşılaştırılmasının uygun olmamasından dolayı (Çalık, 2013; Trochim, 2001), bu çalışmada, basit deneysel yöntem kullanılmıştır. Başka bir ifadeyle, basit deneysel yöntemde kontrol grubu bulunmamakta ve sadece deney grubunun kendi içerisindeki değişimi veya gelişimi takip edilmektedir (Çepni, 2009).

### *Çalışma Grubu*

Araştırmanın çalışma grubunu, Trabzon'daki bir ilköğretim okulunda 8. sınıfta öğrenim gören 18 erkek ve 13 kız olmak üzere toplam 31 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklemin belirlenmesinde araştırmaya hız ve pratiklik kazandıran kolay ulaşılabılır örneklem yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2006).

### *Veri Toplama*

Konu ile ilgili alan yazısı taranarak öğrencilerin adaptasyon ve doğal seçim konuları ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Bu alternatif kavramlar göz önünde bulundurularak iki aşamalı 6 sorudan oluşan Adaptasyon ve Doğal Seçim Kavram Testi (ADSKT) geliştirilmiştir (Ek 1). Bu testin, Cronbach Alpha güvenirlik değeri 0.71 olarak bulunmuştur. Testin kapsam geçerliliği ise, uzman görüşleriyle (üç fen ve teknoloji öğretmeni ve iki biyoloji eğitimcisi) sağlanmıştır.

### *Uygulama*

Çalışma, geliştirilen rehber materyaller bir haftalık bir süreçte uygulanmıştır. *Girme aşamasında*, öğrencilerin adaptasyon, doğal seçim konuları ile ilgili ön bilgilerini ve alternatif kavramlarını açığa çıkarmak, konuya ilgilerini çekmek ve kendi bilgilerini sorgulamalarını sağlamak için çalışma yaprağının giriş bölümündeki "Deniz ekosisteminde küçük balıkların büyük balıklara yem olması bir doğal seçim midir? Açıklayınız" ve "Canlılar farklı yaşam şartlarına adaptasyon sağlayamassalardı ne olurdu?" soruları sorulmuştur.

*Keşfetme aşamasında*; öğrencilerin kendi bilgilerini denemeleri ve deneyim kazanmaları için çalışma yaprağı (Ek 2) öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrencilerden çalışma yaprağındaki yönergeleri ve açıklamaları takip etmeleri istenmiştir. Öncelikle çalışma yaprağındaki hikâyeyi incelemişler ve daha sonra hikâyeden anladıklarını arkadaşları ile paylaşmışlardır. Ayrıca sınıf tartışması sürecinde kendi fikirlerinin doğruluğu konusunda arkadaşlarını ikna etmeye çalışmışlardır. Bu aşamada öğretmen, öğrencilere rehberlik etmiş ve moderatör görevi üstlenmiştir.

*Açıklama aşamasında*, öğretmen öncelikle öğrencilerden bir önceki aşamada elde ettikleri deneyimlerini açıklamalarını istemiştir. Bu açıklamalar doğrultusunda öğretmen adaptasyon ve doğal seçim konuları ile ilgili öğrenci bilgilerinin doğrulamasını veya düzeltmesini yapmıştır. Daha sonra öğretmen, analogi haritası hakkında bilgi vermiş ve bir örnek üzerinden analogideki

benzeyen ve benzemeyen yönleri örneklendirmiştir. Diğer benzerlik ve farklılıkları ise öğrencilerin bulmasını istemiştir. Bu süreç tamamlandığında adaptasyon ve doğal seçilim kavramı ile ilgili analogi haritasını (Ek 3) incelemek üzere öğrencilere dağıtmıştır. Son olarak ise bu kavramların bilimsel tanımını yapmış ve günlük hayattan örnekler vermiştir.

*Derinleştirme aşamasında*, öğrencilere, adaptasyon ve doğal seçilim konusuyla ilgili alternatif kavramları gidermeye yönelik geliştirilen kavramsal değişim metinleri (Ek 4) dağıtılmış ve alternatif kavramlar tartışılarak çürütülmeye çalışılmıştır.

*Değerlendirme aşaması*, öğretmen öğrencilerin adaptasyon ve doğal seçilim kavramları ile ilgili ön bilgileri veya alternatif kavramlarını bilimsel olanlarla değiştirdiklerini görmek için çalışma yaprağının (Ek-2) son bölümündeki “Açık renkli güve kelebeklerinin azalması, koyu renkli kelebeklerinin artmasının nedeni sizce ne olabilir?”, “Farklı ekosistemlerde yaşayan canlı türleri yaşadıkları ortama nasıl uyum gösterir?” ve “Adaptasyon ve Doğal Seçilim arasındaki farklılıklar neler olabilir?” sorularını öğrencilere sorulmuştur.

#### Verilerin Analizi

ADSKT'nin değerlendirilmesi, iki fen eğitimcisi ile bir fen ve teknoloji öğretmeni tarafından bağımsız olarak değerlendirme kriterlerine (Tablo 1) göre yapılmıştır. Değerlendirmeciler arasındaki uyum oranı yüksek olmakla birlikte, çelişen durumlarda çoğunluğun sağlandığı kriter dikkate alınmıştır (Hırça, Çalık & Seven, 2011; Karataş, Köse & Coştu, 2003). ADSKT'den alınabilecek en yüksek puan 24 ve en düşük puan sıfırdır.

Tablo 1.

*İki Aşamalı Soruları Analiz Etmede Kullanılan Değerlendirme Kriterleri ve Puanları*

Açıklama	Değerlendirme Kriterleri	Puan
Çoktan seçmeli ve açıklama kısımları geçerli cevabın bütün yönlerini içerir	Doğru Cevap-Doğru Gerekçe (DC-DG)	4
Çoktan seçmeli kısım doğru ve açıklama kısmı geçerli cevabın bazı yönlerini içerir	Doğru Cevap-Kısmen Doğru Gerekçe(DC-KDG)	3
Çoktan seçmeli kısım yanlış ve açıklama kısmı geçerli cevabın bütün yönlerini içerir	Yanlış Cevap-Doğru Gerekçe (YC-DG)	3
Çoktan seçmeli kısım doğru ve açıklama kısmı alternatif kavram içerir	Doğru Cevap-Yanlış Gerekçe (DC-YG)	2
Çoktan seçmeli kısım yanlış ve açıklama kısmı alternatif kavram içerir	Yanlış Cevap-Yanlış Gerekçe (YC-YG)	1
Çoktan seçmeli kısım boş ve açıklama kısmı ilgisiz cevap içerir	Boş Cevap-İlgisiz Açıklama (BC-İA)	0

#### Bulgular

Örnekleme oluşturan öğrencilerin ön, son ve kalıcılık testlerindeki cevaplarının frekans ve yüzdeleri hesaplanarak Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2.

*Adaptasyon ve Doğal Seçilim Kavramları İle İlgili Öğrenci Cevaplarının Frekans ve Yüzdeleri*

Kategoriler	Ön Test		Son Test		Kalıcılık Testi		Öğrencilerin kavram testinde açıklama bölümüne yazmış oldukları cevaplardan örnekler	
	f	%	f	%	f	%		
Soru 1	DC-DG	2	6.5	20	64.5	10	32.2	Adaptasyon kısa sürede gerçekleşen bir olay olmadığından, canlı uyum sağlayamaz ve hayatını kaybeder.
	DC-KDG	3	9.6	8	25.8	6	19.3	Kutup bölgesi soğuk olduğundan canlı o ortamın özelliğine göre uyum sağlamıştır. Tropikal bölgeye göre farklı bir uyum vardır.
	YC-DG	2	6.5	-	-	4	13	Canlının yaşadığı ortama uyumuna adaptasyon denir. Adaptasyon kalıtsal olup milyonlarca hatta milyarlarca yıl içinde gerçekleşen bir süreçtir.
	DC-YG	5	16.1	1	3.2	2	6.5	Uyum sağlamak için hemen renk değişir ve koyu renk olur.
	YC-YG	19	61.3	2	6.5	9	29	Kısa süre zorluk çektikten sonra tropikal ortama uyum sağlar.
Soru 2	DC-DG	3	9.6	15	48.4	19	61.3	Vücuttaki ısı kaybını artırarak vücut sıcaklığının sabit kalmasını sağlamak
	DC-KDG	19	61.3	10	32.2	5	16.1	Vücuttaki ısı kaybını artırmak
	YC-DG	-	-	4	13	3	9.6	Vücut yüzey alanını genişletip ısı kaybını artırarak ortama uyum sağlamak
	DC-YG	7	22.6	1	3.2	2	6.5	Vücutları geniş olursa daha dayanıklı olur.
	YC-YG	2	6.5	1	3.2	2	6.5	Çöl ortamı sıcak olduğu için ısı alarak vücutları gelişir.
Soru 3	DC-DG	6	19.3	15	48.4	12	38.8	Adaptasyon kalıtsaldır. Seçeneklerde bir tanesi dışında hepsi kalıtsaldır. Uzun süre güneşte kalan kişinin bronzlaşması modifikasyondur.
	DC-KDG	12	38.8	10	32.2	8	25.8	Bir organizmanın üreme şansını düzenleyen olaylardır.
	YC-DG	-	-	3	9.6	3	9.6	Çevrenin etkisiyle meydana gelen geçici değişiklikler modifikasyondur. Adaptasyon ortama uyum ve kalıtsal bir özelliktir.
	DC-YG	3	9.6	2	6.5	6	19.3	Deve kuşlarının daha hızlı hareket etmesidir.
	YC-YG	10	32.2	1	3.2	2	6.5	Bu özellikler, canlıların yaratılıştan getirdiği özelliklerdir.
Soru 4	DC-DG	3	9.6	16	51.7	10	32.2	Doğal seçim kavramını ifade etmektedir. Çevre şartlarına dayanıklı olanların yaşayıp, zayıf olanların elenmesi olayıdır.
	DC-KDG	12	38.8	9	29	7	22.6	Doğal seçim kavramını tanımlandığı anlaşılmaktadır.
	YC-DG	-	-	2	6.5	7	22.6	Güçlü bireylerin yaşama şansının devam etmesi hadisesidir.
	DC-YG	7	22.6	1	3.2	4	13	Zayıf ve güçlü bireylerin kalıtsal özelliklerini nesillere aktarılması olayıdır
	YC-YG	9	29	3	9.6	3	9.6	Bazı canlılar arasında görülen yaşam savaşıdır.
Soru 5	DC-DG	1	3.2	14	45.1	6	19.3	Başarılı olanların yaşayıp, başarısız olanların elenmesi olayıdır.
	DC-KDG	13	42	12	38.8	7	22.6	Doğal seçim kavramının tanımıdır.
	YC-DG	4	13	1	3.2	4	13	Daima güçlü ve dayanıklı canlıların yaşamasıdır.
	DC-YG	2	6.5	3	9.6	10	32.2	Ortama uyum sağlayanın yaşaması olayıdır.
	YC-YG	11	35.3	1	3.2	4	13	Canlılarda kullanılan organların gelişmesi, kullanılmayanın körelmesidir.
Soru 6	DC-DG	-	-	10	32.2	7	22.6	Doğal seçim örneğidir. Beyaz kıllı tavşanların renkleri ile ortama uyum söz konusu olduğunda yaşama şansları artarken, siyah kıllılar azalmıştır.
	DC-KDG	8	25.8	14	45.1	9	29	Siyah kıllılar düşmandan kendilerini gizleyemediklerinden azalmıştır.
	YC-DG	-	-	-	-	-	-	Darwin'in evrim görüşünü açıklayan ifadedir.
	DC-YG	9	29	2	6.5	10	32.2	Siyah kıllı tavşanların kürk rengi modifikasyonla değişmiştir.
	YC-YG	14	45.1	5	16.2	5	16.2	Beyaz tavşanın geni siyah tavşana göre daha baskındır.

Tablo 2'ye bakıldığında birinci soruya öğrencilerin vermiş oldukları cevaplardan ön testte %6.5'si, son testte %64.5'i ve kalıcılık testinde %32.2'si DC-DG kategorisine yerleştirilirken, DC-KDG kategorisi için oranlarının sırasıyla %9.6, %25.8 ve %19.3 olduğu görülmektedir. Son testte YC-DG kategorisine dahil edilen cevap bulunmazken, bu oranların ön testte %6.5 ve son testte %13 olduğu ortaya çıkmıştır. DC-YG kategorisine yerleştirilen cevapların oranları, ön test %16.1, son testte %3.2 ve kalıcılık testinde %6.5 olarak belirlenirken, YC-YG kategorisi için bu oranların sırasıyla %61.3, %6.5 ve %29 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2'ye bakıldığında; öğrencilerin ikinci soruya vermiş oldukları cevaplardan ön testte %9.6'sı, son testte %48.4'ü ve kalıcılık testinde %61.3'ü DC-DG kategorisinde sınıflandırılırken, DC-KDG kategorisi için oranların sırasıyla %61.3, %32.2 ve %16.1 olduğu belirlenmiştir. Ön testte YC-DG kategorisine yerleştirilen cevap bulunmazken, bu oranların son testte %13 ve kalıcılık testinde ise %9.6 ortaya çıkmıştır. DC-YG kategorisine yerleştirilen öğrenci cevaplarının oranları ön testte %22.6, son testte %3.2 ve kalıcılık testinde %6.5 olarak ortaya çıkarken, YC-YG kategorisinde bu oranların sırasıyla %6.5, %3.2 ve %29 olduğu görülmektedir.

Üçüncü soru için verilen öğrenci cevaplarının ön testte %19.3'ü, son testte %48.4'ü ve kalıcılık testinde %38.8'i DC-DG kategorisine dâhil edilirken, DC-KDG kategorisi için bu oranların sırasıyla %38.8, %32.2 ve %25.8 olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2). Ön testte YC-DG kategorisinde sınıflandırılan öğrenci cevabı bulunmazken, son test ve kalıcılık testinde bu oranın %9.6 olduğu görülmektedir. DC-YG kategorisine yerleştirilen öğrenci cevaplarının oranları ön testte %9.6, son testte %6.5 ve kalıcılık testinde %19.3 olarak tespit edilirken, YC-YG kategorisi için bu oranların sırasıyla %32.2, %3.2 ve %6.5 olduğu görülmektedir.

Tablo 2'den görüldüğü gibi dördüncü soruya verilen öğrenci cevaplarının ön testte %9.6'sı, son testte %51.7'si ve kalıcılık testinde %32.2'si DC-DG kategorisine dahil edilirken, DC-KDG kategorisi için bu oranların sırasıyla %38.8, %29 ve %22.6 olduğu ortaya çıkmıştır. Ön testte YC-DG kategorisinde sınıflandırılan öğrenci cevabı bulunmazken, bu oranın son testte %6.5 ve kalıcılık testinde %22.6 olduğu belirlenmiştir. Öğrenci cevaplarının ön testte %22.6'sı, son testte %3.2'si ve kalıcılık testinde %13'ü DC-YG kategorisine yerleştirilirken, YC-YG kategorisi için bu oranların sırasıyla %29, %9.6 ve %9.6 olduğu görülmektedir.

Beşinci soru için öğrenci cevaplarının ön testte %3.2'si, son testte %45.1'i ve kalıcılık testinde %19.3'ü DC-DG kategorisinde sınıflandırılırken, DC-KDG kategorisi için bu oranların sırasıyla %42, %38.8 ve %22.6 olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 2). YC-DG kategorisine yerleştirilen öğrenci cevaplarının ön testte %13, son testte %3.2 ve kalıcılık testinde %13 olduğu anlaşılırken, DC-YG kategorisi için bu oranların sırasıyla %6.5, %9.6 ve %32.2 olduğu görülmektedir. YC-YG kategorisine dahil edilen öğrenci cevaplarının oranları ön testte %35.3, son testte %3.2 ve kalıcılık testinde %13 olarak belirlenmiştir.

Altıncı soru için ön testte DC-DG kategorisine yerleştirilen öğrenci cevabı bulunmazken, bu oranlar son test için %32.2 ve kalıcılık testi için %22.6 olarak belirlenmiştir (Tablo 2). DC-KDG kategorisine yerleştirilen öğrenci cevaplarının oranları ön testte %25.8, son testte %45.1 ve kalıcılık testinde %29 olarak tespit edilirken, DC-YG kategorisi için bu oranların sırasıyla %29, %6.5 ve %32.2 olduğu ortaya çıkmaktadır. YC-YG kategorisine yerleştirilen öğrenci cevapların oranları ön testte %45.1, son testte ve kalıcılık testinde %16.2 olduğu görülmektedir.

Tablo 3.

*Ön, Son ve Kalıcılık Testlerine Ait Tanımlayıcı İstatistik Değerleri*

	N	$\bar{X}$	Ss	t
Ön test	31	13.77	3.45	22.21
Son test	31	19.51	2.87	37.81
Kalıcılık testi	31	17.67	2.80	35.04



Yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere göre, testlerin aritmetik ortalama puanları sırasıyla 13.77, 19.51 ve 17.67 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık test puanlarının Tek Yönlü Varyans Analiz (ANOVA ) sonuçları da testler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu göstermektedir (Kareler Toplamı: 533,05, ss: 1,67, Kareler Ortalaması:318,29, F:57,60,  $p<0.001$ ).

Tablo 4'e göre; öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür [ $F_{(1,31)}=57.60, p<.01$ ]. Ön test ile son test arasında son test lehine, kalıcılık testi ile ön test arasında kalıcılık test lehine ve son test ile kalıcılık testi arasında ise, son test lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

Tablo.4:

*Çoklu Karşılaştırma(post-hoc) Sonuçları*

Değişkenler	Ortalamalar Farkı	Anlamlılık Derecesi	F
Ön test	Son test	-6.22	.000
	Kalıcılık testi	-3.96	.000
Son test	Ön test	6.22	.000
	Kalıcılık testi	2.25	.000
Kalıcılık Testi	Ön test	3.96	.000
	Son test	-2.25	.000

#### Tartışma ve Sonuç

Genel olarak çalışmanın bulgularına bakıldığında, ön testte öğrencilerin adaptasyon ve doğal seçim konusunda alternatif kavramlara sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Geliştirilen rehber materyallerin uygulanmasından sonra, alternatif kavramların büyük oranda giderildiği anlaşılmıştır. Ön test, son test ve kalıcılık test sonuçları değerlendirme ölçeğinin ilk iki kategorisi (DC-DG ve DC-KDG) açısından incelenirse (Tablo 2), öğrencilerin konuyu anlamalarında belirgin bir artışın olduğu görülmektedir. Kalıcılık test sonuçlarının, son teste göre düşüş göstermesi (Tablo 3) alan yazısı açısından beklenen bir sonuçtur. Bu durum kalıcılık testinin, son testten iki ay gibi bir süre sonra uygulanmış olmasının öğrencilerde oluşturacağı unutkanlık olarak düşünülebilir (Çalık vd., 2010a,b; Taber, 2001). Başka bir ifadeyle, DC-DG ve DC-KDG kategorileri için ön, son ve kalıcılık test sonuçlarında ters-U şeklinde gelişimsel bir eğrinin gözlemlendiği söylenebilir. Diğer taraftan değerlendirme ölçeğinin son iki kategorisine (DC-YG ve YC- YG) bakıldığında genellikle ön test sonuçlarının yüzdeleri yüksek iken, uygulamadan sonra bu yüzdeler azaldığı görülmektedir (Tablo 2). Aslında, bu durum deneysel bir çalışmada beklenen bir sonuç olup, genellikle Hawthorne etki olarak isimlendirilmektedir. Yani başlangıçta öğrencilerin adaptasyon ve doğal seçim kavramlarıyla ilgili alternatif kavramlarının olduğu, uygulamadan sonra bu eksikliklerinin giderildiği söylenebilir. Bu sonuçlara göre, geliştirilen rehber materyallerin alternatif kavramları gidermede etkili olduğu sonucuna varılabilir.

Birinci soruya verilen cevaplar dikkate alındığında, öğrencilerin çoğunun adaptasyon kavramının kalıtsal olmadığını ve kısa sürede ortama uyum sağlama olduğunu düşündükleri görülmektedir (Tablo 2). Ortalama bir insan ömrünün adaptasyon olayının gözlenmesi için yeterli olmadığı düşünüldüğünde, öğrencilerin bu düşünceleri, adaptasyon kavramının soyut olmasından ve uzun zaman dilimi içerisinde gerçekleşmesinden kaynaklanabilir (Örneğin; Graf vd., 2011; Lawson & Thompson, 1988; Tekkaya & Kılıç, 2012). Ayrıca öğrencilerin adaptasyon kavramıyla ilgili sahip oldukları alternatif kavramlarda Lamarckçı yaklaşımdan etkilendikleri söylenebilir (Bishop & Anderson, 1990; Brem, Ranney & Shindel, 2002). Öğrencilerin adaptasyon kavramındaki alternatif kavramlarının başlıca nedenlerinden birisi de adaptasyon kavramının günlük dilde "ortama kolaylıkla uyum sağladım", "çevreye adapte olmaya çalışıyorum" gibi farklı anlamlarda da kullanılması olabilir (Alles, 2001; Brumby, 1984; Simpson & Marek, 1988).

Öğrencilerin ikinci soruya vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin çoğunluğunun adaptasyon kavramının ortama uyum sağlama olduğunun farkında olduklarını; ancak farklı ortamlarda canlıların fiziksel yapısının farklılaşmasının (Örneğin kutup bölgesinde yaşayan canlıların kulaklarının küçük, kuyruklarının kısa olması gibi) nedenini anlamakta eksikliklerinin olduğunu görülmektedir (Tablo 2). Ancak uygulamadan sonra öğrencilerin adaptasyon kavramının bilimsel tanımını bildikleri ve farklı ortamlarda aynı türe ait canlıların fiziksel yapısındaki değişikliklerin gerekçelerini de doğru olarak açıklayabildikleri sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğrencilerin üçüncü soruya verdikleri cevaplar onların adaptasyon kavramının kalıtsal olmadığını düşündüklerini ve modifikasyon kavramıyla karıştırdıklarını göstermektedir (Moore, Mitchell, Bally, Inglis, Day & Jacobs, 2002). Bu durum öğrencilerin ilk defa sekizinci sınıfta evrim, adaptasyon, doğal seçim, mutasyon ve modifikasyon kavramları ile karşılaşmalarından kaynaklanabilir. Ayrıca öğrencilerin bu kavramlarla ilgili ailesinden, akranlarından, görsel ve yazılı basından elde ettiği bilgilerde bu kavram karmaşasına sebep olmuş olabilir (Dagher & Boujaoude, 2005; Kılıç, vd., 2011; Sinatra, Southerland, McConaughy, & Demastes, 2003). Uygulamadan sonra öğrencilerin yarısından fazlasının bu soruyu doğru gerekçelerle açıklaması, uygulanan rehber materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamalarının gelişmesinde etkili olduğu sonucunu doğrulamaktadır.

Öğrencilerin dördüncü soruya vermiş oldukları cevaplar, öğrencilerin doğal seçim kavramını canlıların hayat mücadelesinde rastlantısal işleyen bir olay olarak gördüklerini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, öğrenciler doğal seçim olayındaki işleyişi zihinlerinde yeterince yapılandıramamışlardır. Ayrıca öğrencilerin büyük çoğunluğunun "*Ortam koşullarına en iyi uyum sağlayan bireyler yaşar, diğerleri aynı ortamda yaşayamazlar*" şeklinde cevap vermeleri, onların adaptasyon ve doğal seçim kavramlarını karıştırdıkları ve kavram kargaşası yaşadıkları fikrini desteklemektedir (Brem vd., 2002). Başka bir ifadeyle, ilköğretim öğrencileri özellikle doğal seçim ve adaptasyon kavramlarıyla evrim süreci arasındaki ilişkiyi anlamadıkları ifade edilebilir (Bishop & Anderson, 1990; Brumby, 1984; Dagher & Boujaoude, 2005; Gregory, 2009). Bu durum, öğrencilerin adaptasyon ve doğal seçim kavramlarını, bir türden başka bir türün oluşumu gibi algılamalarından ve bu değişimin aynı tür içerisinde gerçekleştiğini kavramakta zorlanmalarından kaynaklanabilir. Öğrencilerin uygulamadan sonra doğal seçim kavramını Darwin'in tanımladığı gibi; yani "*Çevre şartlarına dayanıklı olanların yaşayıp, zayıf olanların elenmesi olayı*" şeklinde ifade etmeleri (Tablo 2), kavramların tarihsel gelişimi ile öğrenci fikirlerinin gelişimi arasında ilişki olduğunu gösterebilir (Örneğin; Gökdere & Çalık, 2010).

Altıncı soru için ön testte öğrenci cevaplarının kayda değer bir çoğunluğunun "*Siyah kılı tavşanlar kürk rengi modifikasyonla değişmiştir*" seçeneğine düşmesi, öğrencilerin doğal seçim kavramı ile modifikasyon kavramlarını karıştırdıkları veya birbirlerinin yerine kullanma eğiliminde oldukları sonucuna götürebilir (Greene, 1990). Bu soruda öğrenci cevaplarının ön testteki DC-YG ve YC-YG kategorilerinden son testte DC-DG ve DC-KDG kategorilerine değişmesi, çalışmada kullanılan rehber materyallerin öğrencilerin alternatif kavramlarını büyük bir oranda değiştirdiğini ancak tamamen ortadan kaldıramadığını göstermektedir. Hatta kalıcılık testinde DC-YG ve YC-YG kategorilerindeki bariz bir artış olması (Tablo 2) bu alternatif kavramların kemikleşmiş (hard-core) olduğu ve değişime direnç gösterdiği şeklinde de yorumlanabilir (Çoruhlu-Şenel, Çalık & Çepni, 2012; Er Nas, Çalık & Çepni, 2012). Aynı zamanda, adaptasyon ve doğal seçim konularının evrime yönelik tutum veya inançlarla (Akyol, Sungur & Tekkaya, 2010; Apaydın & Sürmeli, 2009; Asghar vd., 2007; İrez & Özyeral Bakanay, 2011; Kılıç, 2012; Tekkaya & Kılıç, 2012) ilişkilendirilmesinden dolayı, öğrencilerin ilgili kavramlara karşı kapalı fikirli olmaları (Çalık & Coll, 2012) da bu duruma sebep olmuş olabilir.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında (Tablo 4), ön teste göre son test ve kalıcılık testi lehinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın belirlenmesi, yapılan müdahalenin öğrencilerin adaptasyon ve doğal seçim konusuyla ilgili alternatif kavramlarını gidermede etkili olduğunu göstermektedir. Ancak kalıcılık testinde öğrencilerin anlamalarında iki aylık bir zaman farkından dolayı biraz düşüşün olması beklenen bir durum olmakla beraber (Örneğin; Çalık vd., 2010a,b), bunun

istatistiksel olarak anlamlı çıkması beklenmeyen bir sonuçtur. Bu durum, yapılan müdahalenin öğrencilerin anlamasının kalıcı olmasında, beklenen düzeyde etkili olmadığı şeklinde de yorumlanabilir.

### Öneriler

1. Çalışma yaprağı, analogi/analoji haritaları ve kavramsal değişim metninin tek başına kullanılmasındaki sıkıntılardan dolayı, bu çalışmada üç etkinlik türünden de 5E modeli kapsamında yararlanılmıştır. Ancak ilköğretim okullarında fen ve teknoloji dersinin haftada dört saat olması, geliştirilen materyalin birlikte uygulanması konusunda zaman sıkıntısına sebep olmuştur. Bu nedenle, aynı kavram üzerinde bu üç etkinlik türüne yönelik materyaller geliştirilerek, seçim hakkının öğretmene bırakılması daha verimli sonuçların ortaya çıkmasını sağlayabilir.

2. Öğrencilerin geliştirilen materyallerden hikaye tarzında olanları incelerken sıkıldıkları gözlenmiştir. Bu nedenle bu türden materyallerin daha sade ve bağlamsal (context) içerikli (Demircioğlu, Demircioğlu & Çalik, 2009) olarak yazılmasına dikkat edilmelidir.

3. Uzmanlar tarafından geliştirilen öğretim materyalleri (çalışma yaprağı, analogi/analoji haritası, kavramsal değişim metni gibi) internet ortamına yüklenerek bunlardan öğretmenlerin faydalanması sağlanmalıdır. Bu konuda Milli Eğitim Bakanlığı öncülük etmelidir.

4. Öğretim materyalleri geliştirme konusunda öğretmenlere, kitap yazarlarına ve yetkili diğer kişilere yönelik gönüllülük esasına dayalı hizmet içi kurslar düzenlenmelidir.

### Kaynakça

- Adeniyi, E. O. (1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by Nigerian students. *Journal of Biological Education*, 19, 311-316.
- Akyol, G., Sungur, S., & Tekkaya, C. (2010). The contribution of understanding of evolutionary theory and nature of science to pre-service science teachers' acceptance of evolutionary theory. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1889-1893.
- Asghar, A., Wiles, J., & Alter, B. (2007). Discovering international perspectives on biological evolution across religions and cultures. *International Journal of Diversity in Organizations, Communities and Nations*, 6, 81-88.
- Alles, D. (2001). Using evolution as the framework for teaching biology. *The American Biology Teacher*, 63(1), 20-24.
- Amir, R. & Tamir, P. (1994). In depth analysis of misconceptions as a basis for developing research-based remedial instructions: The case of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56, 94-100.
- Apaydın, Z. & Sürmeli, H. (2009). Undergraduate students' attitudes towards the theory of evolution. *Elementary Education Online*, 8(3), 820-842.
- Asghar, A., Wiles, J. R., & Alters, B. (2007). Canadian pre-service elementary teachers' conceptions of biological evolution and evolution education. *McGill Journal of Education*, 42(2), 189-209
- Bishop, B. A. & Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.
- Brem, S. K., Ranney, M. & Shindel, J. (2002). Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Science Education*, 20, 1-26.
- Brown, D. E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 17-34.

- Brumby, M. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection. *Science Education*, 68, 493-503.
- Bybee, R.W., Taylor, A.J., Gardner, A., Scotter, P.V., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness and applications*. Retrieved May 13, 2011 from <http://www.bscs.org/pdf/bscs5eexecsummary.pdf>
- Cahyadi, V. (2004). The effect of interactive engagement teaching on student understanding of introductory physics at the faculty of engineering, University of Surabaya, Indonesia. *Higher Education Research and Development*, 23(4), 455-464.
- Coll, R. K., France, B. & Taylor, I., (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183–198.
- Çalık, M. (2013). Effect of technology-embedded scientific inquiry on senior science student teachers' self-efficacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education (in press)*
- Çalık, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of grade 8 students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638-667.
- Çalık, M., Ayas, A. & Coll, R.K. (2010a). Investigating the effectiveness of usage of different methods embedded with four-step constructivist teaching strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 32–48
- Çalık, M., Kolomuç, A. & Karagölge, Z. (2010b). The effect of conceptual change pedagogy on students' conceptions of rate of reaction. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 422-433.
- Çalık, M., Okur, M. & Taylor, N. (2011). A comparison of different conceptual change pedagogies employed within the topic of "sound propagation". *Journal of Science Education and Technology*, 20, 729-742
- Çalık, M. & Coll, R.K. (2012). Investigating socioscientific issues via scientific habits of mind: development and validation of the scientific habits of mind survey (SHOMS). *International Journal of Science Education*, 34(12), 1909-1930
- Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Celepler Matbaacılık 4. Baskı, Trabzon.
- Çoruhlu-Şenel, T., Çalık, M. & Çepni, S. (2012). Effect of conceptual change pedagogies on students' alternative conceptions of electricity resistance and electricity current. *Energy, Education, Science and Technology Part B Social and Educational Studies*, 4(1), 141-152
- Dagher, Z. R. & Boujaoude, S., (2005). Students' perceptions of the nature of evolutionary theory. *Science Education*, 89, 378-391.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. & Çalık, M. (2009). Investigating effectiveness of the storylines embedded within context based learning: A case for the periodic table. *Chemistry Education: Research and Practice*, 10, 241–249
- Dole, J. A. (2000). Readers, texts and conceptual change learning. *Reading and Writing Quarterly*, 16, 99-118.
- Er Nas, S., Çalık, M. & Çepni, S. (2012). Effect of different conceptual change pedagogies embedded within 5E model on grade 6 students' alternative conceptions of 'heat transfer'. *Energy, Education, Science and Technology Part B Social and Educational Studies*, 4(1), 177-186
- Fisher, K.M., & Moody, D.E. (2002). Student misconception in biology. In K.M. Fisher, J. M. Wandersee & D.E. Moody (Eds.), *Mapping Biology Knowledge*, pp. 55-75. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer.
- Gallegos, L., Jerezano, M.E. & Flores, F. (1994). Preconceptions and relations used by children in the construction of food chains. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 259–272.

- Graf, D., Tekkaya, C., Kılıç, D.S. & Özcan, G. (2011). Alman ve Türk fen bilgisi öğretmen adaylarının evrim öğretimine ilişkin pedagojik alan bilgisinin, tutumlarının ve pedagojik alan kaygılarının araştırılması. *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, Antalya, 418-425.
- Greene, E. D. (1990). The logic of university students' misunderstanding of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(9), 875-885.
- Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: Essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2(2), 156-175.
- Gökdere, M & Çalık, M. (2010). A cross-age study of Turkish students' mental models: An "Atom" concept. *Didactica Slovenica-Pedagoska Obzorja*, 25(2), 185-199.
- Guzzetti, B.J., Snyder, T.E., Glass, G.V. & Gamas, W.W. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 116-159.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. & Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 7, 701-719.
- Guzzetti, B. J. (2000). Learning counter-intuitive science concepts: what have we learned from over a decade of research. *Reading, Writing, Quarterly*, 16(2), 89-95.
- Hammer, D. (1996). More than misconception: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for education research. *American Journal of Physics*, 64(10), 1316-1325.
- Harrison, A.G., & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45-85.
- Hırça, N., Çalık, M. & Seven, S. (2011). 5E modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisi: "İş, güç ve enerji" ünitesi örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 139-152
- İrez, S., & Özyeral Bakanay, Ç.D. (2011). Biyoloji öğretmen adaylarının evrim teorisine ve bilimin doğasına bakış açıları üzerine bir araştırma. *Eğitim ve Bilim*, 36(162), 39-55.
- Karataş, F. Ö., Köse, S., & Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Karlı, F. & Çalık, M. (2012). Can freshman science student teachers' alternative conceptions of 'electrochemical cells' be fully diminished? *Asian Journal of Chemistry*, 24(2), 485-491.
- Kolomuç, A., & Çalık, M. (2012). A comparison of chemistry teachers' and grade 11 students' alternative conceptions of 'Rate of Reaction'. *Journal of Baltic Science Education*, 11(4), 333-34.
- Kılıç, D.S (2012). Biyoloji öğretmenlerinin evrim öğretimi niyetlerinin planlanmış davranış teorisi çerçevesinde incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 294-305.
- Kılıç, D.S., Soran, H., & Graf, D. (2011). Evrim öğretimini etkileyen faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 255-266.
- Kurt, Ş. & Akdeniz, A. R. (2002). Fizik öğretiminde enerji konusunda geliştirilen çalışma yapılarının uygulanması. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Lawson, A. E. & Thompson, L. D. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 733-746.

- Marek, E. A., Cowan, C. C. & Cavallio, A. M. L. (1994). Students' misconceptions about diffusion: How can they be eliminated? *The American Biology Teacher*, 56, 74-77.
- Moore, R., Mitchell, G., Bally, R., Inglis, M., Day, J., & Jacobs, D. (2002). Undergraduates' understanding of evolution: Ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, 36(2), 65-71.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15-32.
- Özmen H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkındaki anlama seviyelerinin ve yanlışlarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2(2), 507-529.
- Palmer, D. (1993). How consistently do students use their alternative conceptions? *Research in Science Education*, 23(1), 228-235.
- Passmore, C. & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (3), 185-204.
- Rudolph, J. L. & Stewart J. (1998). Evolution and the nature of science: On the historical discord and its implications for education. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1069-1089.
- Sander, M. (1993). Erroneous ideas about respiration: The teacher factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 919-934.
- Simpson, W.D. & Marek, E. A. (1988). Understandings and misconceptions of biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 361-374.
- Sinatra, G. M., Southerland, S. A., McConaughy, F., & Demastes, J., W. (2003). Intentions and beliefs in students understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528.
- Smith, E. L. & Anderson, C.W. (1984). Plants as a producers. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 685- 698.
- Smith, J. P, diSessa, A. A. & Roschelle, J. (1993). *Misconception reconceived: a constructivist analysis of knowledge in transition. The Journal of the Learning Science*, 3(2), 115-163.
- Storey, R. D. (1991). Textbook errors and misconceptions in biology; cell metabolism. *The American Biology Teacher*, 53, 339-343.
- Taber, K.S. (2000). Chemistry lessons for universities? A review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*, 4(2), 63-72.
- Taber, K. S. (2001). The mismatch between assumed prior knowledge and the learner's conceptions: a typology of learning impediments. *Educational Studies*, 27(2), 159-171.
- Tekin, S., Kolomuç, A. & Ayas A. (2004). Kavramsal değişim metinleri kullanarak çözünürlük kavramını daha etkili öğretebilir miyim? *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 85-102.
- Tekkaya, C., & Kılıç, D. S. (2012). Biyoloji öğretmen adaylarının evrim öğretimine ilişkin pedagojik alan bilgileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 406-417.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G. & Venville, G. J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for pre-service and in-service teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9(2), 85-101
- Trochim, W. M. K., (2001). The research methods knowledge base. Atomic Dog, Cincinnati.
- Trowbridge, J. E. & Mintzes, J. (1988). Alternative conceptions in animal classification: A cross-age study. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 547-571.
- Webb, P. & Bolt, G. (1990). Food chain to food web: A natural progression. *Journal of Biological Education*, 24(3), 187-190.

ADAPTASYON VE DOĞAL SEÇİLİM KONUSUNDA GELİŞTİRİLEN  
REHBER MATERYALLERİN SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN 229  
ALTERNATİF KAVRAMLARININ GİDERİLMESİNE ETKİSİ

Yıldırım, A & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, SeŐkin Yayıncılık, Ankara.

Zukerman, J. T. (1994). Problem solvers conceptions about osmosis. *The American Biology Teacher*, 56, 22-25.

Ekler

Sayfa sınırlandırmasından dolayı, çalıŐmayla ilgili eklerin tamamı [http://www.academia.edu/2379964/Adaptasyon\\_EKLER](http://www.academia.edu/2379964/Adaptasyon_EKLER) linkine eklenmiŐtir.