



## ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DOĞAL SEÇİLİM, ADAPTASYON VE MUTASYON İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ

UNIVERSITY STUDENTS' CONCEPTIONS ABOUT NATURAL SELECTION,  
ADAPTATION AND MUTATION

**Zeki Apaydın, Hikmet SÜRMEİ**

*OMÜ Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği ABD*

*zapaydin@hotmail.com*

### Özet:

*Bu çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin Evrim konusunun temel dinamiklerinden olan doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon konularındaki görüşlerinin belirlenmesidir. Çalışmaya 78 Biyoloji Bölümü ve 77 Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin görüşlerinin saptanması için 6 maddeden oluşan çoktan seçmeli bir test (two-tier) kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre üniversite öğrencilerinin doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon konularındaki bilimsel bilgilerinin eksik olduğu bulunmuştur. Bu konulara yönelik yanıtlar, öğrencilerin Lamark'ın evrim görüşü ve Darwin'in evrim teorisi hakkında karmaşık fikirlere sahip olduklarını göstermiştir. Çalışma evrim konusunun doğru olarak öğretimi ile ilgili önerilerle sonuçlandırılmıştır.*

### Abstract :

*The purpose of this study is to investigate university students' understanding of the concept of natural selection, adaptation and mutation. 77 third year Biology students and 78 Science Education students participated in this study. To reveal the students understanding 6 item multiple-choice (two-tier) test was used. Results of responses on the two-tier items showed that many students had a lack of understanding these concepts. Students answers of these subjects represented that students had wrong ideas relating to Lamarckian evolution and Darwin's theory. We concluded this study with suggestions that correct teaching of these subjects.*

*Anahtar sözcükler: Evrim, üniversite öğrencileri, anlama*  
*Key words: Eevolution, undergraduates, understanding*

## GİRİŞ

Evrim konusu biyoloji ve fen bilgisi eğitimi içinde önemli bir yer oluşturmaktadır. Gould (1982), evrim teorisi olmadan biyoloji eğitimini periyodik tablosu olmayan kimyaya yada Lincoln'suz Amerikan tarihine benzemektedir. Dobzhansky (1973), evrim

konusunun tüm modern biyolojinin temelini oluşturduğunu belirtirken, Bishop ve Anderson (1990) ise evrim konusunu anlamadan modern biyolojinin tam olarak anlaşılamayacağını savunmuşlardır.

Fen bilgisi ve biyoloji eğitiminde evrim öğretimi ve öğrenimi konusunda son çeyrek yüzyılda birçok çalışma yapılmıştır (Deadman & Kelly, 1978; Brumby, 1979; Bishop & Anderson, 1990; Grene & Edgard, 1990).

Yapılan çalışmalarda konunun bilimsel olarak kavranmasında pek çok sorun olduğu ortaya çıkmıştır (Deadman & Kelly, 1978; Brumby, 1979; Bishop & Anderson, 1990; Grene & Edgard, 1990). Bu çalışmalardan elde edilen ortak sonuçlara göre;

Öğrenciler genelde doğal seçim konusunu anlayamamakta yada doğal seçimle ilgili yanlış bilgilere sahip olmakla birlikte "*organizmaların ihtiyaç duyduklarında çevre şartlarına uyum sağladıklarına inanmaktadırlar*" (Bishop & Anderson, 1990; Grene & Edgard, 1990).

Biyologlara göre, bir populasyon (aralarında üreme ilişkisi bulunan bireylerin oluşturduğu gruplar), bireylerinin belirli özellikleri yönünden genetik çeşitliliğe sahiptir. Populasyona ait bireylerden bazıları, bir değişimin ardından oluşan özel ve sınırlı çevresel koşullara uyum sağlayabilir ve genlerini üreme yoluyla bir sonraki nesle aktarabilirler. Bu süreç doğal seçilimdir. (National Research Council, 1998). Hayatta kalan ve üreme başarısı gösteren populasyonların gen havuzundaki yaşamda kalma başarısı sağlayan gen kombinasyonları geçmişte olasılıksal olarak oluşmuşlardır. Tamamen rastlantısal olarak (olasılıklar dahilinde) uyum sağlama avantajı kazandıran bu özellikler, preadaptif özellikler olarak isimlendirilirler. Populasyon düzeyinde, bireylerin yapısında belirli fenotipik özellikler biçiminde kendini gösteren bu genetik kombinasyonlar, nötral (yararlı yada zararlı olmayan) mutasyonlar, göçler, mayoz bölünme sırasında oluşan kromozom dağılımları ve kromozomal parça değişimleri

sayesinde, çevre - populasyon etkileşimiyle ortaya çıkmaktadırlar. Yaklaşımdan anlaşılacağı gibi, populasyonlarda kendini gösteren bu değişimler teleolojik değişimler değil, rastlantısal (aslında burada kastedilen *probability* terimidir) değişimlerdir. Yeni çevresel koşullara yapılan uyum, genetik yapı temelli olup populasyonların genotipik / fenotipik yapısının çevreyle etkileşimi (interaksiyon) sonucu ortaya çıkar. Çevresel koşullar ancak bu genetik kombinasyonların bir özellik olarak sonraki nesillerde kendilerini gösterip göstermemeleri yönünde etki eder. Kısacası doğal seçilimin gerçekleşmesi için kalıtsal özelliklere, bu özelliklerin yaşamda kalmayı sağlayabilecek biçimde uyumsal olmasına ve üreme yoluyla sonraki nesillere aktarılmasına gereksinim vardır (Futuyma, 1986; Dawkins, 1989; Klang, 1985).

Araştırmalara göre bir çok öğrencinin doğal seçim sürecini anlamakta zorluk çektiği bulunmuştur (Brumby, 1979; Bishop & Anderson, 1990; Grene & Edgerd, 1990). Bu çalışmalarda, *öğrencilerin, çevrenin zaman içinde türlerde değişime neden olduğuna* inandıkları ve bu inançlarında da Lamarkçı etkiye sahip oldukları belirtilmiştir. (Brumby, 1979; Brumby, 1984). Lamarkçı görüşe göre organizmalarda ihtiyaç duyulan değişiklikler yaşam boyu gerçekleşebilir ve bu özellikler kalıtımsal yolla yeni jenerasyonlara aktarılabilirler. Brumby (1979), öğrencilerin çoğunun biyoloji derslerini aldıktan sonra dahi Lamarkçı görüşün etkisinde kaldıklarını belirtmiş ve bu yaklaşımın da öğrencilerin Darwin'in evrim teorisini öğrenmelerinde engel oluşturabileceğini savunmuştur.

Öğrenciler, adaptasyon konusunda yanlış bilgilere sahip olmakla birlikte, adaptasyonun çevresel değişimler nedeniyle oluştuğunu düşünmekte-

dirler (Deadman & Kelly, 1978; Bishop & Anderson, 1990).

Türler ve türlerin yaşadığı alanlar herhangi bir nedenle giderek artan biçimde çevresel baskıyla karşılaştığında; popülasyonlara ait bireylerden bazıları uyumsuz özelliklere sahip oldukları için ya yok olacaklar ya da yeni yaşam alanlarını işgal edeceklerdir; ancak bazı bireyler uyumsal ve üstünlük sağlayıcı özellikler taşıdıklarından değişen çevresel koşullarda yaşamda kalacak ve özelliklerini üreme yoluyla yeni nesillere aktarabileceklerdir (Klang, 1985). Bu süreç sonunda farklı ekolojik yaşam alanlarında yeni bir biyolojik kompozisyon ve yeni türler oluşacaktır. Destekleyen bir yaklaşımla bir popülasyonun gen havuzunda uyum yapma potansiyeli (genetik çeşitlilik) varsa; yapısal ve davranışsal olarak uyumsal fenotipe sahip olan bireyler çevresel koşul değişikliklerine karşı yaşamda kalma başarısını göstereceklerdir (Larson & Lasos, 1996; Vermeij, 1991). Bu olgu, evrimin diğer bir temel dinamiği olan adaptasyonu açıklar. Vermeij'den (1991) hareketle adaptasyon, doğal seçilimin bir sonucu olarak evrilen (gelişen) uyumsal özelliklerdir. Bu özellikler bir organizmaya, başka bir biçimde var olmasının olası olmadığı özel çevresel koşullarda yaşamda kalma ve üreme şansını tanır.

Araştırmacılar, öğrencilerin adaptasyon kavramını “evrimsel içerikte”, “günlük” anlamıyla kullandıklarını belirtmişlerdir (Bishop & Anderson, 1990). Öğrenciler adaptasyonun, sadece çevrenin belirlediği evrimsel değişimler nedeniyle oluştuğuna; başka bir deyişle, organizmaların ortama çevre koşullarının değişmesi sonucu, gereksinim duyduklarında ve kendiliklerinden uyum yapmak zorunda kaldıklarına inanmaktadırlar (Deadman & Kelly, 1978; Bishop & Anderson, 1990).

Öğrenciler evrimleşme süreci içinde mutasyonun varlığını ve önemini anlayamamaktadırlar ( Bishop & Anderson , 1990 ).

Biyologlara göre yeni özellikler, genetik materyallerde meydana gelen evrimsel yönden önemli değişimler sonucu oluşur; sonra da çevresel faktörlere bağlı olarak devamlılığını sürdürür ya da yok olur. Kromozomlar ve genler, aslında kararlı olup yeni döllere bütün olarak kalıtılıyorsa da, zaman zaman doğal ve yapay koşullar altında yapısal değişimler meydana gelebilir. Genetik materyallerde oluşan bu türden değişimler, mutasyon olarak ifade edilirler. Bu tip değişimler, kalıtsal materyalin normal kombinasyonunu değiştirirler; ancak tek baz değişimi sonucu ortaya çıkan yeni aleller (bir genin farklı lokusta yer alan değişik nükleotit dizileri) organizmaların fenotipinde bir değişime neden olabileceği gibi (değiştirici baz değişimleri ya da sinonim olmayan baz değişimleri); fenotipik bir değişime neden olmayabilirler de (suskun baz değişimleri veya sinonim baz değişimleri). Evrimsel yönden önemli olan tipik genotipik değişiklikler:

1. DNA dizisindeki tek baz değişimini kapsayan nokta mutasyonları,

2. Nokta mutasyonlara göre daha makro yapısal değişimleri kapsayan kromozom inversiyonları ve gen duplikasyonları,

3. Kromozom takım sayılarındaki değişimi kapsayan poliploidilerdir. (Demirsoy, 1994; Freeman & Herron, 2002).

Nokta mutasyonlar arasında bir popülasyonun uyumu yönünden hiçbir etkiye sahip olmayanlar, nötral mutasyonlar olarak tanımlanırlar. Bu mutasyonlar, popülasyon içindeki bireylere bir zarar ya da yarar getirmeyebilir. Ancak gelecekte oluşabilecek çevresel

koşul değişikliklerinde bu değişimlerin belirlediği özellikler değer kazanıp, taşıyıcılarının uyumunu sağlayacak yetenekleri kazandırabilirler. İşte bu tip mutasyonlar da popülasyonlarda işlevsel varyasyonların (genetik çeşitliliğin) kaynaklarından biri durumundadırlar. Birçok öğrenci bu oluşumu da anlamakta zorluk çekmekte ve genelde kalıtsal olmayan, sonradan kazanılmış özelliklerin zaman içinde türlerde değişime neden olduğuna inanmaktadırlar (Bishop & Anderson, 1990).

Evrimle ilgili olarak yapılan çalışmalarda genelde öğrencilerin daha önce biyoloji dersi veya dersleri alıp almadıkları üzerinde durulmuş ve alınan biyoloji derslerinin öğrencilerin evrim ile ilgili görüşlerini ne derece etkilediği ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, daha önce edinilen biyoloji bilgilerinin öğrenci görüşlerine etkisinin fazla olmadığı bulunmuştur (Brumby, 1979; Brumby, 1984; Bishop & Anderson, 1990; Demastes et al., 1995; Settlage, 1996).

Bu çalışma, üniversite öğrencilerinin doğal seçim, adaptasyon, mutasyon konuları ile ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada üniversite öğrencilerinin evrim konusunun temel dinamiklerinden olan doğal seçim, adaptasyon, mutasyon konularındaki bilgi düzeylerinin yeterli olup olmadığı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışma, evrim dersi almamış fen fakültesi biyoloji bölümü 3. sınıf öğrencileriyle, eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 4. sınıf öğrencileri üzerinde yapılmıştır. Çalışmada temel hedef fen bilgisi ve biyoloji öğretmenliği adayları ile biyolog olmaya aday öğrencilerin, formal evrim eğitimi öncesinde biyolojinin evrim teorisi ile ilgili hazır bulunuşluk düzeylerini tespit etmektir. Bu nedenle formal olarak evrim dersi almamış öğrenciler örneklem

grubu olarak seçilmiştir. NRC [National Research Council] (1996)'e göre evrim teorisi, biyolojinin temel içeriğiyle biyoloji öğretiminin her aşamasında ilişkilendirilmeli ve biyoloji öğretimi programlarında böyle bir ilişkilendirilmeye son derece ağırlık verilmelidir. Buradan hareketle aynı zamanda biyolojinin temel dinamiğini oluşturan evrim teorisinin, akademik aşama öncesinde ve sırasında biyolojik bilimlerin temel içeriğinde ne kadar amaca uygun verildiğinin de ip uçlarını bulmak umuduyla farklı fakültelerden öğrenciler çalışmaya dahil edilmiştir.

## 2. YÖNTEM

Çalışma üniversite öğrencilerinin doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon konuları ile ilgili olarak hazırlanan Two-tier tipindeki (Settlage & Odom, 1995; Treagust, 1988) sorulara verdikleri cevaplara dayanmaktadır. Örneklem için evrim konusuyla, "evrim dersi" adı altında formal olarak karşılaşmamış 77 eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 4. sınıf öğrencileri ve 78 fen fakültesi biyoloji bölümü 3. sınıf öğrencileri seçilmiştir. İlgili üniversitenin fen fakültesi biyoloji bölümünün programında 4. sınıf düzeyinde evrim dersi yer aldığı için; bu fakültenin 3. sınıf düzeyindeki öğrencileri seçilmiştir. Eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği programında ise zorunlu bir evrim dersi yer almamaktadır. Ancak fen bilgisi öğretmenliği öğrencileri lisansüstü aşamada biyoloji eğitiminde özel alan olan, evrim öğretimi çalışabilirler. Evrim bilimiyle ilgilenmek akademik düzeyde profesyonel uğraşları olabilir. Tüm bu nedenlerden dolayı bu öğrencilerin evrim teorisi perspektiflerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

Öğrencilerin doğal seçim, adaptasyon, mutasyon konularındaki bilgilerini öğrenmek amacıyla her konu

için evrimleşmeyi anlatan birbirine paralel 2 soru olmak üzere toplam 6 soru hazırlanmıştır. Paralel sorular farklı senaryolar içermeleriyle birbirlerinden ayrılmıştır.

Her iki fakülte öğrencilerine de aynı sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin, sorulara verdikleri yanıtlardan doğal seçim, adaptasyon, mutasyon konuları ile ilgili bilgi düzeyleri ve bu bilgileri açıklayan neden belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin evrim konusu ile ilgili bilgilerini anlamak amacı ile kullanılan soruların bazıları, daha önce yapılan çalışmalarda testlerden yararlanılarak (Settlage & Jensen, M., 1996; Anderson et al., 2002; Blackwell et al., 2003) ve bazıları da araştırmacılar tarafından hazırlanarak oluşturulmuştur. İçerik tutarlılığını sağlamak amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur.

Çoktan seçmeli soruların öğrencilerin bilgilerini ve bilgilerinin dayandığı nedenleri ölçmede tam olarak yardımcı olamayacağı, birebir görüşmelerle de fazla sayıda öğrenciye ulaşılamayacağı düşüncesi (Treagust & Halsam, 1987) ile araştırmada, öğrencilerin evrim konusundaki düşüncelerini ve bu düşüncelerindeki nedeni anlayabilmek amacıyla çoktan seçmeli two-tier soru tipi kullanılmıştır. İlk bölüm iki yada üç alternatif cevaptan, ikinci bölüm ise bu cevaplara uygun olabilecek nedenlerden oluşmaktadır. Nedenler önceden belirlenmiş yanlış anlamalardan ve doğru yanıtı açıklayan ifadelerden oluşmuştur. Doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon konularını içeren paralel soruların analizinde, verilen yanıtlar için SPSS de cross-tabs yöntemi kullanılmıştır. Her konu için öğrencilerin 2 paralel soruya da aynı yanıtı vermesi beklenmiş, öğrencilerin

yanıtları doğru ve yanlış olarak değerlendirilmiştir.

## 2.1. Araştırma Soruları

1- Üniversite öğrencilerinin doğal seçim, adaptasyon, mutasyon konularındaki görüşleri nelerdir?

2- Fen fakültesi biyoloji bölümü ve eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon konuları ile ilgili görüşleri arasında farklılık var mıdır?

3- Öğrencilerin doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon konuları ile ilgili paralel sorulara verdikleri yanıtlar arasında farklılık var mıdır?

Aslında araştırmanın temel problemleri şunlardır: Acaba biyolojik bilimlerle ilgili eğitim alan üniversite öğrencileri biyolojinin temelini oluşturan evrimsel paradigmayı doğru algılayabilecek hazır bulunuşluğa sahipler midir? Üniversite öğrencileri formal evrim öğretimi öncesinde evrimin üç önemli temel kavramıyla ilgili yeterli bilgi düzeyinde midirler? Bu problemler şu temel hipotezler üzerine oturmaktadır:

1. Üniversite öğrencileri klasik eğitim süreçleri (bilimin doğası yaklaşımından uzak, yalnız içerik temelli, çıktılarının değerlendirildiği ve öğretmen merkezli eğitim süreçleri) nedeniyle evrim teorisiyle ilgili yeterli hazır bulunuşluk düzeyinde değildir.

2. Üniversite öğrencileri, genel olarak evrimin tüm biyoloji içeriğiyle ilişkilendirildiği bir biyoloji eğitimi almadıkları için; evrimin temel dinamiklerinden doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon kavramlarında yeterli bilgi düzeyinde değildir.

## 2.2. TWO- TIER TİPİ ARAŞTIRMA ÖLÇEĞİNDE KULLANILAN SORULAR

### A. DOĞAL SEÇİLİMLE İLGİLİ SORULAR (Doğru Seçenekler İşaretlenmiştir)

1. Bir güve popülasyonu açık ya da koyu renkli yapılara sahip bireylerden oluşmaktadır. Güvelerin yaşadığı bölgede hem açık hem de koyu renk gövdeli ağaçlar vardır. Son günlerde, koyu renk gövdeli ağaçlar dışındaki bütün ağaçlar salgın bir hastalığa yakalanmışlardır. Bu durumun yeni nesiller üzerinde olası etkisi;

- 1. Açık renkli güveler belli belirsiz renkli yapılar geliştireceklerdir.
- 2. Güve popülasyonunda koyu renkli güve oranı giderek artacaktır.

Çünkü;

- A. Güveler çevredeki değişimlere uyum sağlayacaklardır.
- B. Yaşamda kalma ihtiyacı güvelerin renklerini değiştirmelerine neden olacaktır.
- C. Sadece koyu renkli güveler yırtıcılardan kaçabilecek ve yaşama şansı elde edip üreyebileceklerdir.

2. Bir kertenkele popülasyonundaki bireyler ya tamamen yeşil ya da desenli yeşil gövdelere sahiptirler. Kertenkele popülasyonunun bulunduğu bölgede hem tamamen yeşil hem de desenli yeşil yapraklara sahip otsu bitkiler mevcuttur. Son günlerde, tamamen yeşil yapraklı bitkiler dışındaki bütün bitkiler salgın bir hastalığa yakalanmışlardır. Bu durumun yeni nesiller üzerindeki etkisi;

- 1. Desenli yeşil gövdelere sahip kertenkeleler belli belirsiz daha az desenli yapılar geliştireceklerdir.
- 2. Tamamen yeşil gövdeli bireylerin oranı giderek artacaktır.

Çünkü;

- A. Yaşamda kalma ihtiyacı kertenkelelerin vücut rengini değiştirmelerine neden olacaktır.
- B. Kertenkeleler çevredeki değişikliğe uyum sağlayacaklardır.
- C. Sadece tamamen yeşil gövdeli kertenkeleler yaşamda kalıp üreyebilmek için yırtıcılardan kaçabileceklerdir.

### B. ADAPTASYONLA İLGİLİ SORULAR

3. Kurbağalar bir sıçrayışta 3 metrenin üzerine yükselebilirler. Bugün yaşayan kurbağaların o kadar yükseğe sıçrayamayan atalara sahip olduklarını düşünürsek, yükseğe sıçrama yeteneği büyük olasılıkla;

- 1. Bir kaç nesil sonra bütün kurbağalarda gelişti
- 2. Daha yükseğe sıçrayabilen kurbağaların oranında zamanla bir artış meydana geldi.

Çünkü;

- A. Kurbağalar kaslarını ne kadar çok kullanırlarsa o kadar yükseğe sıçrarlar.
- B. Öncelikle az sayıda bireyde rasgele genetik bir değişim meydana gelmiştir.
- C. Yüksekçe sıçrayabilme karakteristiği (fenotip), ilgili bireylere yırtıcılardan kaçmak için uyumsal bir üstünlük sağlamıştır.

4. Günümüz köpekbalıkları saatte 48 kilometreye varan hızla yüzebilmektedirler. Milyonlarca yıl önce atalarının daha yavaş hızla yüzdüğü varsayılırsa, hızlı yüzebilme kabiliyeti büyük olasılıkla;

- 1. Bir kaç nesil sonra bütün köpekbalıklarında gelişti.
- 2. Daha hızlı yüzebilen köpekbalıklarının oranında zamanla bir artış meydana geldi.

Çünkü;

- A. Önce bir kaç bireyde rasgele genetik bir değişim meydana gelmiştir.
- B. Köpekbalıkları kaslarını ne kadar çok kullanırlarsa o kadar hızlı olurlar.
- C. Hızlı yüzebilme özelliği (fenotip), ilgili bireylere avlarını yakalamak için uyumsal üstünlük sağlamıştır.

### C. MUTASYONLA İLGİLİ OLAN SORULAR

5. Yıllar önce çekirgelerin yayılması DDT (böcek ilacı) ile kontrol altına alınıyordu. Son yıllarda kimyagerler çekirgelerin DDT den fazla etkilenmediğini buldular. Bu değişimin nedeni;

- 1. Her nesilde daha fazla sayıda çekirge DDT ye karşı bireysel savunma mekanizmaları geliştirmiştir.
- 2. Yıllar sonra çekirgelerin büyük bir çoğunluğu (giderek tamamı) DDT den daha az etkilenmişlerdir.

Çünkü;

- A. Her nesilde DDT ye direnç geliştirebilen çekirge bireyleri yaşama ve üreme şansı elde ettiler.
- B. Yaşamda kalma ihtiyacı çekirgelerin değişmesine neden oldu.
- C. DDT kullanımı çekirgelerin kalıtsal materyallerinde değişime neden olmuştur.

6. Yıllar önce Tüberküloza (verem) neden olan bakteriler üç antibiyotik'in ortak kullanımı ile kontrol ediliyordu. Son yıllarda doktorlar bakterilerin bu üç antibiyotikten daha önceki kadar zarar görmediklerini tespit ettiler. Bu değişimin nedeni;

- 1. Her nesilde daha fazla sayıda bakteri antibiyotiklere karşı bireysel savunma mekanizmaları geliştirmiştir.
- 2. Yıllar sonra bakterilerin büyük bir çoğunluğu (giderek tamamı) antibiyotiklerden daha az etkilenmişlerdir.

Çünkü;

- A. Yaşamda kalma ihtiyacı bakterilerin değişmesine neden oldu.
- B. Her nesilde antibiyotiğe direnç geliştirebilen bakteriler yaşama ve üreme şansı elde ettiler.
- C. Antibiyotik kullanımı bakterilerin kalıtsal materyallerinde değişime neden olmuştur.

### 3. BULGULAR

Çalışmada, seçilen öğrenci grubunun doğal seçim, adaptasyon, mutasyon kavramlarıyla ilgili kavram yanlışları belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikle örneklemin tamamına yönelik bulgular verilmiştir. Sonraki aşama

farklı programlardaki öğrencilerin evrim teorisine ait seçim, adaptasyon ve mutasyon kavramlarına yönelik kavram yanlışlarını ortaya koymaktır.

**Tablo 1. Öğrencilerin doğal seçim ile ilgili görüşleri**

	SORU 1				SORU 2			
	Doğru	Alternatif	Boş	Toplam	Doğru	Alternatif	Boş	Toplam
<b>Biyoloji</b>	43 (%55.12)	32 (%41.5)	3 (%3.8)	78	36 (%46.15)	41 (%52.5)	1 (%1.78)	78
<i>FBÖ</i>	42 (%54.54)	35 (%45.45)	-	77	31 (%40.2)	43 (%55.8)	3 (%3.89)	77
<b>Toplam</b>	85 (%54.8)	67 (%43.2)	3 (%1.9)	155	67 (%43.2)	84 (%54.1)	4 (%2.58)	155

Tablo 1’de üniversite öğrencilerinin doğal seçim konusu ile ilgili olarak paralel sorulara verdikleri yanıtlar ve bu yanıtların fen fakültesi biyoloji bölümü ve eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin görüşlerine göre dağılımı verilmiştir. Tabloya göre birinci soruya tüm öğrencilerin %54.8’i doğru yanıt verirken, %43.2’sinin alternatif yanıtlardan birini seçtiği; ikinci soruya öğrencilerin %43.2’si doğru yanıt verirken, %54.1’inin alternatif

yanıtlardan birini seçtiği görülmektedir. Fakülteler arası sonuçlara bakıldığında ise birinci soruya biyoloji bölümü öğrencilerinin %55.12’si doğru yanıt verirken, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinde bu oranın %54.54 olduğu; ikinci soruya ise biyoloji bölümü öğrencilerinin %46.15’i doğru yanıt verirken, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinde bu oranın %40.2 olduğu görülmektedir. Bölümler arasında belirgin bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 2. Öğrencilerin doğal seçim ile ilgili paralel sorulara verdikleri yanıtlar arasındaki farklılık**

	BÖLÜM		<b>TOPLAM</b> N=155
	<i>Biyoloji N=78</i>	<i>FBÖ N=77</i>	
Soru 1 için doğru yanıt verenler	43 (%55.1)	42 (%54.5)	85 (%54.8)
Soru 2 için doğru yanıt verenler	36 (%46.1)	31 (%40.2)	67 (%43.2)
Her iki soruyu doğru yanıtlayanlar	28 (%35.8)	25 (%32.4)	53 (%34.1)



Tablo 2’de öğrencilerin doğal seçim konusu ile ilgili paralel sorulara verdikleri doğru yanıtların ve her iki soruyu doğru yanıtlayan öğrencilerin oranları yüzde olarak görülmektedir. Tabloya göre toplam 78 biyoloji bölü-

mü öğrencisinden 28’inin ve toplam 77 fen bilgisi öğretmenliği öğrencisinden 25’inin her iki soruya da doğru yanıt verdiği bulunmuştur. Araştırmaya katılan toplam 155 öğrencinin ise 53’ü her iki soruyu da doğru cevaplandırabilmiştir.

**Tablo. 3 Öğrencilerin adaptasyon ile ilgili görüşleri**

	SORU 3				SORU 4			
	Doğru	Alternatif	Boş	Toplam	Doğru	Alternatif	Boş	Toplam
<b>Biyoloji</b>	37 (%47.4)	40	1	78	38 (%48.7)	40	-	78
<i>FBÖ</i>	38 (%49.3)	39	-	77	36 (%46.5)	38	3	77
Toplam	75 (%48.3)	79	1	155	74 (%47.7)	78	3	155

Tablo 3’de üniversite öğrencilerinin adaptasyon konusu ile ilgili paralel sorular için verdikleri yanıtlar ve bu yanıtların fen fakültesi biyoloji bölümü ve eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin görüşlerine göre dağılımı verilmiştir. Tabloya göre üçüncü soruya tüm öğrencilerin %48.3’ü doğru yanıt verirken, % 50.9’unun alternatif yanıtlardan birini seçtiği; dördüncü soruya öğrencilerin %47.7’si doğru yanıt verirken,

%50.3’ünün alternatif yanıtlardan birini seçtiği görülmektedir. Fakülteler arası sonuçlara bakıldığında üçüncü soruya biyoloji bölümü öğrencilerinin %47.4’ü doğru yanıt verirken, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinde bu oranın %49.3 olduğu; dördüncü soruya ise biyoloji bölümü öğrencilerinin %48.7’sinin doğru yanıt verirken, fen bilgisi öğrencilerinde bu oranın %46.5 olduğu görülmektedir. Bölümler arasında belirgin bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo.4 Öğrencilerin adaptasyon ile ilgili paralel sorulara verdikleri yanıtlar arasındaki farklılık**

	BÖLÜM		<b>TOPLAM</b> N=155
	<i>Biyoloji</i> N=78	<i>FBÖ</i> N=77	
Soru 3 için doğru yanıt verenler	37 (%47.4)	38 (%49.3)	75 (%48.3)
Soru 4 için doğru yanıt verenler	38 (%48.7)	36 (%46.5)	74 (%47.7)
Her iki soruyu doğru yanıtlayanlar	27 (%34.6)	23 (%29.8)	50 (%32.2)

Tablo 4’de öğrencilerin adaptasyon konusu ile ilgili paralel sorulara verdikleri doğru yanıtların ve her iki soruyu doğru yanıtlayan öğrencilerin oranları yüzde olarak görülmektedir. Tabloya göre toplam 78 biyoloji

bölümü öğrencisinden 27’sinin ve toplam 77 fen bilgisi öğretmenliği öğrencisinin 23’ünün her iki soruya da doğru yanıt verdiği bulunmuştur. Araştırmaya katılan toplam 155 öğrencinin 50’si her iki soruyu da doğru cevaplandırabilmiştir.

**Tablo 5. Öğrencilerin mutasyon hakkındaki görüşleri**

	SORU 5				SORU 6			
	Doğru	Alternatif	Boş	Toplam	Doğru	Alternatif	Boş	Toplam
<b>Biyoloji</b>	10 (%12.8)	67	3	78	6 (%7.6)	72	-	78
<i>FBÖ</i>	14 (%18.1)	61	-	77	12 (%15.5)	63	2	77
Toplam	24 (%15.4)	128	3	155	18 (%11.6)	135	2	155

Tablo 5’de üniversite öğrencilerinin adaptasyon konusu ile ilgili paralel sorular için verdikleri yanıtlar ve bu yanıtların fen fakültesi biyoloji bölümü ve eğitim fakültesi fen bilgisi

öğretmenliği öğrencilerinin görüşlerine göre dağılımı verilmiştir. Tabloya göre beşinci soruya tüm öğrencilerin %15.4’ü doğru yanıt verirken, %82.5’inin alternatif yanıtlardan birini seçtiği;

altıncı soruya öğrencilerin %11.6'sı doğru yanıt verirken, %87'sinin alternatif yanıtlardan birini seçtiği görülmektedir. Fakülteler arası sonuçlara bakıldığında ise beşinci soruya biyoloji bölümü öğrencilerinin %12.8'i doğru yanıt verirken, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinde bu oranın %18.1

olduğu; altıncı soruya ise biyoloji bölümü öğrencilerinin %7.6'sı doğru yanıt verirken, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinde bu oranın %11.6 olduğu görülmektedir. Bölümler arasında belirgin bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo.6 Öğrencilerin mutasyon ile ilgili paralel sorulara verdikleri yanıtlar arasındaki farklılık**

	BÖLÜM		TOPLAM N=155
	<i>Biyoloji</i> N=78	<i>FBÖ</i> N=77	
Soru 5 için doğru yanıt verenler	10 (% 12.8)	14 (% 18.1)	24 (% 15.4)
Soru 6 için doğru yanıt verenler	6 (% 7.6)	12 (% 15.5)	18 (% 11.6)
Her iki soru için de doğru yanıt verenler	6 (% 7.6)	9 (% 11.6)	15 (% 9.6)

Tablo 6'da mutasyon konusu ile ilgili paralel soruları ve her iki soruyu doğru yanıtlayan öğrencilerin oranları yüzde olarak görülmektedir. Tabloya göre toplam 78 biyoloji bölümü öğrencisinden 6'sının ve toplam 77 fen

bilgisi öğretmenliği öğrencisinden 9'unun her iki soruya da doğru yanıt verdiği bulunmuştur. Araştırmaya katılan toplam 155 öğrencinin 15'i her iki soruyu da doğru cevaplandırabilmiştir.

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, "formal bir evrim dersi almamış üniversite öğrencilerinin evrim teorisinin temelini oluşturan doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon kavramlarıyla ilgili bilgi düzeyleri nasıldır?" sorusuna aranmaya çalışılmıştır. Çalışmanın bir amacı da, eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği ve fen fakültesi biyoloji bölümü öğrencilerinin doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon

konularıyla ilgili bilgileri arasında fark olup olmadığını ortaya çıkarmaktır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre çoğu öğrencinin evrim ile ilgili görüşlerinin bilimsel olarak kabul edilen görüşlerle örtüşmediği, evrimleşmenin nasıl ve neden olduğu ile ilgili soruları doğru cevaplandıramadıkları belirlenmiştir. Bu sonuçlar, fen fakültesi biyoloji bölümü ve eğitim fakültesi fen

bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin benzer yanıtlar verdiğini de göstermiştir.

Sonuçlara göre *doğal seçimle* ilgili soruları doğru cevaplayan öğrenci oranı %43-%54 (Tablo 1) arasında değişmektedir. Bu oran Grene ve arkadaşlarının (1990) yaptığı benzer bir çalışma sonucunda %46 bulunmuştur. Brumby (1984) ise yaptığı çalışmayla bu oranı biraz daha genelleyip doğal seçim konusunu anlama oranının %14-%67 olarak değiştiğini belirtmiştir.

Öğrencilerin alternatif yanıtlarına göre, organizmalar yaşamda kalabilmek ve çevredeki değişimlere uyum sağlamak için özelliklerini değiştirirler (açık renkli güvelerin yaşamda kalabilmek için renklerini değiştirmeleri gibi). Literatürdeki bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Brumby, 1984; Bishop & Anderson, 1990; Grene, 1990).

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, çoğu öğrencinin *adaptasyonla* ilgili soruları doğru yanıtlayamadıkları, alternatif yanıtların ise çeşitlilik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Biyologlar adaptasyonu, ardışık nesiller boyunca popülasyonlardaki bazı bireylerin özelliklerinde, doğal seçim nedeniyle evrimsel üstünlük sağlayan; birikimsel bir değişimin meydana gelmesi olarak tanımlarlar. Öğrencilerin alternatif cevaplarına göre ise değişim bir kaç nesil sonra tüm popülasyonda görülmektedir. Bu durumda öğrencilerin görüşlerinin biyologların ki ile tam olarak örtüşmediği söylenebilir.

Daha önce yapılmış çalışmalarda, öğrencilerin çoğunun *adaptasyon* kelimesini günlük kullanım diliyle kullandıkları için evrimsel içerikteki yerini anlayamadıkları bulunmuştur. Aynı çalışmalarda öğrencilerin, organizmaların organlarını çevreye uyum sağlamaya yönelik olarak kullanıp kullanmalarına göre geliştirdiklerini veya yok

ettiklerini düşündükleri belirlenmiştir (Bishop & Anderson, 1990; Demastes & Kelly, 1978). Bu çalışmada ise bu düşünceye sahip öğrenciler olmakla birlikte sayılarının fazla olmadığı söylenebilir.

Çalışmada en düşük sonuç *mutasyon* konusundan elde edilmiştir. Mutasyon konusuyla ilgili olarak her iki fakülte öğrencilerinin de paralel sorulara verdikleri doğru yanıtlar çok düşük bulunmuştur (%11-%15) (Tablo 5). Bunun yanı sıra paralel sorular için alternatif yanıtlara göre her iki bölüm öğrencilerinin de önemli bir kısmının; organizmaların bazı durumlarda yaşamda kalabilmek için özelliklerinde değişiklikler yarattığını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu konuyla ilgili olarak, benzer sonuçlar Bishop & Anderson (1990) ve Brumby (1984) tarafından bulunmuştur. Bishop & Anderson (1990) üniversite öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmada, öğrencilerin canlıların özelliklerindeki değişikliklerin, genetik mutasyon yerine zamanla çevreye adapte olma gereksinimi sonucu oluştuğuna inandıklarını göstermişlerdir. Bu sonuçlar biyologların bilimsel olarak kabul ettikleri görüşlerle çatışmaktadır. Biyologlara göre ‘yeni özellikler bireylerdeki genetik değişiklikler sonucu popülasyonların yapısında birikmekte ve bu özelliklerin frekansları (ortaya çıkma sıklığı) diğer jenerasyonlarda artmaktadır.’ Öğrencilerin cevaplarına göre ise bu ‘özellikler popülasyonun bir kısmında belirli bir frekansa ulaşarak ve birikimsel olarak değil, özelliklerin kendisinde oluşmaktadır’; yani bireylerin kendisi ihtiyaç duyduğu özelliği geliştirebiliyorsa (evrimsel değişimin bireyle ilgili olduğu yanılgısı) yaşamda kalmakta; geliştiremiyorsa yok olmaktadır.

Diğer bir alternatif yanıtla göre ise öğrenciler, ‘özellikleri değişim geçiren birey sayısının her nesilde biraz

daha arttığını' düşünmektedirler (her nesilde daha az sayıda bakterinin antibiyotiklerden etkilenmesi gibi). Başka bir ifadeyle öğrenciler, popülasyonda uyumsal özelliklere sahip bazı bireylerin doğal seçim mekanizmasıyla seçilerek yaşamda kaldığını ve üreme şansına kavuştuğunu algılayamamaktadırlar. Bundan dolayı sonraki nesillerde üstünlük sağlayıcı bu özelliklerin baskın geldiğini, böylece uyumsal özelliklerin frekanslarında ancak bu şekilde bir artış olduğunu kavrayamamaktadırlar. Bu yorum, Brumby'nin (1984) çalışmasına da atıfta bulunmaktadır. Bu çalışmaya göre öğrenciler, giderek daha fazla bireyin özellik kazanması yerine bireylerin giderek bağışıklık sistemini güçlendirdiğini düşünmektedirler. Adaptasyon, doğal seçimle seçilen; kalıtsal ve uyumsal özelliklerin üreme yoluyla sonraki nesillere aktarılması ile bu özelliklerin ortaya çıkma sıklığında artış olması şeklinde işleyen bir mekanizmadır. Süreç sonunda üstünlük sağlayıcı uyumsal özelliklere sahip yeni merkezi popülasyonlar evrilirler.

Sonuç olarak gerek biyoloji bölümü öğrencileri gerekse fen bilgisi öğretmenliği öğrencileri, evrimleşme sürecinin temelini oluşturan doğal seçim, adaptasyon ve mutasyon kavramlarında bilgi eksikliğine ve kavram yanlışlarına sahiptirler. Bu sorun özellikle mutasyon konusunda belirgindir. Çalışmadan hareketle, biyolojinin genel akademik eğitimi sırasında evrim biliminin marjinal kaldığı, hatta bu durumun akademi öncesi döneme de genellenebileceği söylenebilir. Tüm bu veriler, gerek akademik eğitim öncesinde gerek akademik eğitim sırasında biyoloji biliminin genel içeriğinin yeterince evrimsel odakla ele alınmadığının ipuçlarını vermektedirler.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmacılara göre bu çalışmanın sonucu eğitim fakültesi ve fen fakültesi öğrencileri için şu yönlerden önem taşımaktadır:

1- Öğrencilere evrimsel perspektiften temellenen biyoloji eğitimi verilmelidir. Süreç içerisinde modern biyolojik yaklaşımların Darwinian ve Neodarwinian temelli olduğu ve Lamarckçı yaklaşımın, olgulardan sağlanan verilerle tutarlı olmadığı bilinci kazandırılmalıdır. Bu amaçla formal evrim öğretimi öncesinde National Academy of Sciences tarafından, 1998'de yayımlanan Teaching About Evolution isimli eserden ve evrim öğretimiyle ilgili standartların belirlenebilmesi amacıyla da National Science Education Standarts (NRC, 1996) isimli eserden yararlanılabilir. İlgili eserler, evrim öğretimi ve bilimin doğası alanlarında standartlar ve metotlar veren eserlerdir. Evrim öğretimi çalışmaları, biyolojinin gerek üniversite öncesi dönemde ve gerek akademik eğitiminde evrim teorisinin algılanmasıyla ilgili sorunların olduğu kabulünden hareket etmektedir ( Bishop & Anderson, 1990; Green, 1990; Settlege, 1994; Sinclair, Pendarvis&Baldwin,1997).Bu yaklaşım, özellikle lisans ve lisansüstü eğitimde "evrim öğretimi ve bilimin doğası" isimli ayrı bir disiplinin gerekliliğine gönderme yapmaktadır (NRC,1998). Elstgeest'in (1985) geliştirmiş olduğu sorgulama stratejileri, Ogle'ye (1986) ait öğretim stratejileri ve Bloom'un (1984) eylem kipleriyle ilgili sınıflandırması evrim öğretimi disiplininde yarar sağlayabilir. Kısaca fen eğitiminin özel alanlarında önemli sorgulama, öğretim stratejileri fazlasıyla dikkate alınmalıdır. Soru sorma ve sorgulama teknikleri ile ilgili daha fazla bilgiye ulaşmak için; Taşkın'a (2006, s. 30-37) başvurulabilir. Yukarıda da ifade edil-

diği gibi literatür, evrim ile ilgili kaynakların didaktik bir yaklaşımla içerik bilgisi aktarmasının; evrim öğretiminde temel sorun olduğunu ima etmektedir. Ülkemiz biyoloji eğitiminde evrim teorisini irdeleyen en kapsamlı ve temel eserlerden biri, *Kalıtım ve Evrim* isimli eserdir (Demirsoy,1994). İlgili eser alana çok büyük bir katkı getirmiş olmakla birlikte son derece yoğun içerik bilgisi ve uzmanlık alan bilgileriyle doludur.Bu durum alandaki lisans, özellikle lisansüstü öğrencilerine ve alan akademisyenlerine bilgilerini derinleştirebilecek fırsatlar sunmaktadır. Evrim öğretiminde asıl açmaz ise, özellikle ülkemizde evrim teorisine karşı olumlu tutum geliştirilmesinde; yöntemlerin ve standartların tanımlanmamış olmasıdır. Türkçe'ye kazandırılmış yurt dışı orijinli evrim kaynakları da, öğrencilerin evrim teorisine potansiyel olarak olumlu bir tutum içerisinde oldukları algılamasıyla; bilimin doğasından uzak didaktik bir anlayışla evrim bilgisi aktarmaktadırlar. İçerik bilgisine yönelik eserler bilim insanlarının alan bilgilerinin gelişmesine katkı vermek açısından yaşamsaldır.

Charles Darwin'in *Türlerin Kökeni*, Stephen Jay Gould'un *Darwin ve Sonrası*, Roger Lewin'in *Modern İnsanın Kökeni* isimli kitaplar bunların başlıcalarıdır (Darwin, 2003; Gould, 2000; Lewin, 2000). Evrim teorisine itiraz getiren kitaplarda da bu durum standart kaynaklardan özetlemeler yapılmalıdır.

3- Evrim teorisinin bir bilimsel açıklama biçimi olduğu, bilimsel süreçler ve evrimle ilgili en çok sorulan sorular kullanılarak kavratılmalıdır. Bu bilgiler ışığında, öğrencilere, evrim teorisinin, canlılar arasındaki çeşitliliği (biyolojik çeşitlilik) ve ortak ata veya akrabalık ilişkisinden kaynaklanan benzerlikleri (filogenetik benzerlikleri)

daha somut bir biçimde ortaya çıkmaktadır. İlgili kitapların evrim teorisine itiraz getirirken bilimin doğası açısından çok büyük mantık hatalarına düştükleri görülmektedir. Türkçe'ye çevrilen Richard Milton'a ait *Darwinizm'in Mitleri* ve Adem Tatlı'ya ait *Evrime ve Yaratılış* isimli kitapların benzer eksikliklere sahip oldukları görülmektedir (Milton, 2003; Tatlı, 1992). Teaching About Evolution and Nature of Science ( NRC, 1998 ) ve National Science Education Standards ( NRC, 1996) isimli eserlerde belirtilen standartlar kapsamında, evrim konusuna başlamadan önce, öğrencilerle bilimin doğası, teori, hipotez, yasa ve gerçek kavramları üzerinde çalışmalar yapılmalıdır. Öğrencilerin bu konulardaki kavram yanılgılarını fark etmeleri, kabullerini tekrar düşünmeye başlamaları; bilimsel açıklama biçimleri ve evrimsel sürece ilişkin eleştirel ve sorgulayıcı bir akıl yürütme yeteneği kazanmaları için bilimin doğası ve evrimsel süreçle ilgili problemlerin yer aldığı senaryolar hazırlanmalıdır. Senaryolar öğrencilerin konuya hazırlanması aşamasında kullanılmalıdır.

2- Öğrencilerin evrim teorisini algılayabilmelerinde, onlarda evrim ile ilgili tarihsel bir perspektif geliştirmek çok önemlidir. Bu amaçla evrim teorisinin tarihsel gelişimiyle (Lawson, 1995, 13-16) ve bilim tarihiyle ilgili

açıklama gücüne sahip; sağlam bir bilimsel teori olduğunun nedenleri açıklanmalıdır.

4- Evrim teorisinin iyi kavranabilmesi için ayrıca ekoloji ve genetik bilimleriyle ilgili temel bilgilerin kazandırılması veya tekrarlanması; öğrencilerin özellikle mutasyon konusunu anlamalarında yardımcı olacaktır. Doğal seçim ve adaptasyon kavramlarının anlaşılması için de özellikle popülasyon

genetiği ile ilgili temel bilgi ve kavramların kazandırılması son derece önem taşımaktadır.

5- YÖK tarafından 1997'de yayımlanmış Biyoloji Öğretimi ve Fen bilgisi Öğretimi, TÜBİTAK tarafından 2003'de yayımlanmış Bilim Tarihi, yukarıda adı geçen Teaching About Evolution And Nature Of Science ( NRC,1998) ve Evrimsel Analiz ( Freeman & Herron, 2002 ) kitapları evrim öğretimi için tavsiye edilmektedir.

6- Kavram kazanımlarının değerlendirilmesinde, senaryo biçiminde hazırlanmış olan; two-tier testi konu

alanlarıyla ilgili senaryoları içerdiğinden öğrencilerin bilgi düzeylerini tespit için önemli katkı verecektir (Stern, 2004).

7- Biyoloji öğretmenliği ve fen-edebiyat fakültesi biyoloji bölümü öğrencileri biyolojik evrim dersi almaktadırlar. İlköğretim bölümü fen bilgisi öğretmenliği için zorunlu bir biyolojik evrim dersinin olmayışı; büyük bir eksikliklerdir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası ve evrimsel değişimin doğasını algılamaları için uygun pedagojik yaklaşımlar dahilinde bir evrim dersinin programa kazandırılması son derece yaşamsaldır.

#### KAYNAKLAR

Anderson, D. L., Fisher, K. M. & Norman, G. J. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), 952-78.

Bishop, B. A. & Anderson, C. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.

Blackwell, W. H., Powell, M.J. & Dukes, G.H (2003). The problem of student acceptance of evolution. *Journal of Biological Education*, 37(2), 58-67.

Bloom, B. S. (1984). *Taxonomy of educational objectives*. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Bock, W. J. (1980). The definition and recognition of biological adaptation, *American Zoology*, 20, 217-227.

Brumby, M. (1979). Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education*, 13, 119-122.

Brumby, M. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503.

Darwin, C. (2003). Türlerin kökeni. (O. Tuncay, Çev.). İstanbul: Gün Yayıncılık.

Dawkins, R. (1989). *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.

Deadman, J. A. & Kelly, P. J. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 12, 7-15.

Demastes, S. S., Good, R.G. & Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education*, 79, 637-66.

Demastes, S. S., Settlage, J. & Good, R.G. (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Case of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 535-550.

Demirsoy, A. (1994). *Kalıtım ve evrim*. Ankara: Meteksan.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 125-129.

Elstgeest, J. (1985). The right question at the right time. In W. Harlen, (Ed.), *Primary science: Taking the plunge*. London: Heinemann Educational Books Ltd.

- Freemann, S. & Herron, J. C. (2002). *Evrimsel analiz*. (B. Çıplak ve ark., Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Futuyma, D. J. (1986). *Evolutionary biology*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, Inc.
- Goud, T. (1982). Darwinism and the expansion of evolutionary theory. *Science*, 216, 380-387.
- Gould, S. J. (2000). *Darwin ve sonrası: Doğa tarihi üzerine incelemeler*. (C. Temürçü, Çev.). Ankara: Tübitak.
- Greene, J. R. & Edgard, D. (1990). The logic of university students' misunderstanding of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 875-885.
- Klang, T. (1985). *Biological Science :A Molecular Approach*. Colorado Spring, CO: The Colorado College Press.
- Larson, A. & Losos, J. B. (1996). Phylogenetic systematics of adaptation. In M.R. Rose & G. V. Lauder, (Eds.), *Adaptation* (187-220). San Diego, CA: Academic Press.
- Lawrence, G. H. M. (1968). *Taxonomy of vascular plants*. New York: The Macmillan Company.
- Lawson, A.E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Lewin, R. (2000). *Modern insanın kökeni*. (N. Özüaydın, Çev.). Ankara: Tübitak.
- Milton, R. (2003). *Son tartışmalar ışığında darwinizm'in mitleri*. (İ. Karaklıkaya, Çev.). İstanbul: Gelenek Yayıncılık.
- Moorehead, A. (1998). *Darwin ve beagle serüveni*. (N. Arık, Çev.). Ankara: Tübitak.
- NRC [National Research Council]. (1996). *National science education standarts*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC. (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *Reading Teacher*, 39, 564- 570.
- Settlage, Jr. J. (1994). Conceptions of natural selection: A snapshot of the sense making process. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 449-457.
- Settlage, J. & Odom, A. L. (1995). "Natural selection conceptions assessment: Development of the two-tier test understanding biological change." Paper presented at the National Association of Research in Science Teaching annual meeting, San Francisco, CA.
- Settlage, J. & Jensen, M. (1996). Investigating the Inconsistencies in College Student Responses to Natural Selection Test Questions. *Electronic Journal of Science Education*, 1 (1). Retrieved 17.03.2006.from <http://unr.edu/homepage/jcannon/euse/settlage.html>.
- Stern, L. (2004). Effective assessment: probing students' understanding of natural selection. *Journal of Biological Education*, 39 (1), 12-17.
- Sinclair, A., Pendarvis, M. P., & Baldwin, B. (1997). The relationship between college zoology students' beliefs about evolutionary theory and religion. *Journal of Research and Development in Education*, 30 (2), 118-125.
- Taşkın, Ö. (2006). *Fen bilgisi eğitiminde özel öğretim yöntemleri* (s.30-37). Samsun: Deniz Kültür Yayınevi.
- Tatlı, A. (1992). *Evrin ve yaradılış*. Konya: Damla Matbaacılık.
- Treagust, D.F. & Halsam, F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21 (3), 203-211.
- Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10 (2), 159-169.
- Vermeij, G. J. (1991). When biotas meet-understanding biotic interchange. *Science*, 253: 1099-1103.