



## Ortaöğretim Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği Kavramlarının Öğrenciler Tarafından Değerlendirilmesi

Aysun Sıcaker<sup>i</sup>, Serap Öz Aydın<sup>ii</sup>

Toplumların bugün biyoteknoloji ve gen mühendisliği alanında aldığı eğitimler, sahip oldukları bilgiler ve yaptıkları çalışmalar, onların gelecekteki dünyanın bu alanında şekillenmesinde söz sahibi olup olmayacaklarını belirleyecektir. Bu alanda verilen eğitimin alanının durumunun yeterli olup olmadığının ve öğretimdeki sorunların belirlenmesinin bu nedenle önemi büyüktür. Bu doğrultuda bu çalışmada "Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği" konusundaki bazı kavramların ve bilgilerin zorluk derecelerini ve bu durumu ortaya çıkaran sebepler olduğu düşünülen kitap içeriği ve ilgili konunun derslerde işlenişine ilişkin öğrenci görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla 150 öğrenciye 45 maddeden oluşan "Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği Kavramlar Anketi" uygulanmış ve 14 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Anketten elde edilen veriler SPSS 17 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Görüşme formundan elde edilen veriler ise betimsel yolla analiz edilmiştir. Sonuçta DNA parmak izi, DNA analizi, genom projesi, kök hücre tedavisi, sentetik hormonlar, rekombinant DNA teknolojisi ürünleri, interferon, biyogüvenlik protokolü, poliploidi, sentetik enzim ve etik öğrenilmesi çok zor ve zor olarak ifade edilen kavramlardır. Bu kavramların bazılarının öğrenilmesinin zorluğu ders kitabından, bazılarının öğrenilmesinin zorluğu ise öğretmenin derste uyguladığı yöntemlerden kaynaklandığı bulunmuştur. Öğretmenlerin hızla gelişen biyoteknoloji konusunda uygulamalı çalışmalarla desteklenmesinin gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoteknoloji Öğretimi, Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği, Ortaöğretim, Kavram Öğrenme

### Giriş

Biyoteknoloji biliminin uygulamaları çok eskilere dayanmaktadır. Arkeolojik kanıtlar, yaklaşık 10.000 yıl önce tarımın başlamasından itibaren çiftlik hayvanlarının, kültür bitkilerinin seçilerek üretildiği (bitki ve hayvan ıslahı) biyoteknolojik uygulamaların kullandığını göstermektedir (Akurgal, 1997). Biyoteknoloji terimi ilk kez Ereky tarafından 1919 yılında kullanılmıştır (Nasim, 2003). 1953 yılında Watson ve Crick tarafından DNA'nın çift sarmal yapısının keşfedilmesiyle önemli modern biyoteknolojik uygulamalar başlamıştır (Yüce ve Yalçın, 2012). Modern biyoteknoloji bilimi, ilaç, tıp,

<sup>i</sup> asicaker@hotmail.com

<sup>ii</sup> Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, soz@balikesir.edu.tr

ziraat ve yiyecek endüstrisinden çevrenin korunmasına ve insan sağlığına kadar pek çok alanda kullanılabilmektedir (Pardo, Midden ve Miller, 2002; Sorgo ve Ambrozic-Dolinsek, 2010). Bu nedenle biyoteknolojik çalışmalar son yüzyılda hayatımızı iyi veya kötü pek çok yönden etkileyen gelişmelerin en önemlilerinden biri olmuştur (Ho, 2001). Avrupa biyoteknoloji federasyonu (EFB, 1981) tarafından yapılan biyoteknoloji tanımı "Mikroorganizmaların, hücre ve doku kültürlerinin ve bunların çeşitli kısımlarının teknik uygulama potansiyelinden yararlanmak amacıyla biyokimya, mikrobiyoloji ve mühendisliğin entegre bir uygulamasıdır" şeklindedir. Çok disiplinli bir bilim olan biyoteknoloji çeşitli bilim dallarından karmaşık gelebilecek bilgileri bir arada bulundurduğu için, öğrenmeye çalışanlar açısından güçlükler oluşturmaktadır (Thieman ve Palladino, 2013). Ayrıca bu teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesiyle her geçen gün farklı faydalar ve riskler ortaya çıkmakta ve bu konudaki bilgiler ve tartışmalar da yaşantımızda daha çok önem kazanmaktadır.

Bu gelişmeler ve güçlükler doğrultusunda okullarda biyoteknoloji eğitiminin verilmesinin gerekliliği ve önemi ortaya çıkmaktadır (Hanegan ve Bigler 2009; Steele ve Aubusson 2004). Biyoteknolojinin bir çok alanda kullanılması, eğitim sistemlerinde yer almasını zorunlu hale getirmektedir (Saez, Gomez Nino ve Carretero, 2008). Bir çok ülkede özel bir öneme sahip olan biyoteknoloji eğitimi bizim ilköğretim ve ortaöğretim programlarımızda da yer almaktadır. İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji programına göre "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" ünitesinin, "DNA ve Genetik Kod" konusunda "Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji" konusu ve ortaöğretim düzeyinde 1998 tarih, 2485 sayılı M.E.B. Tebliğler Dergisinde yayımlanan programa göre "Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği" ünitesi şeklinde bulunmaktadır (MEB, 2011). Yapılan son değişikliklerle 2013-2014 öğretim yılında 11. sınıf Kalıtım, Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji ünitesinde anlatılan "Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği" konusu 10. sınıf 2. ünitesi Kalıtımın Genel ilkeleri altında "Modern genetik Uygulamaları" olarak yer almaktadır. Ayrıca bazı bilgiler 9. Sınıf Güncel Çevre Sorunları ünitesinde, bir kısmı ise 12. sınıf "Genden Proteine" ünitesi içinde yer alması planlanmaktadır (MEB Talim ve Terbiye Kurumu Başkanlığı, 2013).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak biyoteknoloji çalışmalarının riskleri, faydaları, kabul edilebilirliği gibi konular ile ilgili olarak toplumun farklı kesimleri ve farklı yaş gruplarındaki bireylerin tutum, görüş ve bilgilerinin değerlendirilmesi üzerine yoğunlaştığı ortaya çıkmaktadır (Dawson ve Schibeci, 2003; Gunter, Kinderlerer and Beyleveld, 1998; Lock ve Miles, 1993; Masakazu ve Macer, 2004; Massarani ve Moreira, 2005). Ergin, Gürsoy, Öcek ve Çiçeklioğlu (2008) yaptığı çalışmada, Sağlık Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin GDO'lara yönelik risk algılarının yüksek olmasına rağmen bilgi düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik bilgilerinin araştırılan çalışmalar ise öğrencilerin genelde biyoteknoloji ile ilgili yetersiz ve yanlış bilgiye sahip olduklarını belirtmektedir (Dawson, 2007; Prokop, Lešková, Kubiato ve Diran, 2007; Uşak, Erdogan, Prokop ve Özel, 2009; Keskin vd., 2010). Özgen, Güngör, Emiroğlu ve Taş (2007) tarafından yapılan çalışma sonucunda, üniversite öğrencilerinin biyoteknolojik uygulama ve ürünlerle ilgili olarak bilgilendirilmeye ve eğitime ihtiyaç duydukları bulunmuştur. Yüce ve Yalçın (2012)'ın yaptığı çalışmada ise üniversite öğrencilerinin Biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeylerinin üniversiteye gelmeden önceki eğitim kurumlarından birinde biyoteknoloji ile ilgili bir ders alıp almadıklarına göre değişmediğini belirtmişlerdir. Bunun da öğrencilerin üniversiteye gelmeden önceki eğitim kurumlarından birinde Biyoteknoloji ile ilgili aldıkları dersin yeterli ya da kalıcı bir bilgi oluşturmadığı şeklinde yorumlanmasına sebep olacağını ifade etmişlerdir. Tanır (2005) ise yaptığı çalışmada, lise öğrenimini bitiren öğrencilerin yeterli düzeyde biyoteknoloji bilgisine sahip olmadığına ortaya çıktığını ifade etmiştir. Yapılan çalışmalar, hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde öğrencilerin biyoteknoloji alanındaki temel kavramları, biyoteknolojinin uygulama alanlarını ve bu alandaki bilimsel gelişmelerin uygulanmaları konusunu kavramsal olarak anlamalarında sorunlar olduğunu göstermektedir (Semenderoğlu ve Aydın, 2014). Akman (2007) yaptığı çalışma sonucunda tüketicilerin biyoteknolojik ürün ve uygulamalarla ilgili bilgilendirilme hakları ve seçim özgürlüklerini kullanabilmeleri için doğru ve eksiksiz olarak güvenilir ve uzman kişiler tarafından,

temel eğitim düzeyinden başlayarak her aşamada eğitici ve bilgilendirici faaliyetlerle eğitilmeleri gerektiğini belirtmektedir.

Yukarıda aktarılan çalışmalarda da belirtildiği gibi öğrenciler, biyoteknoloji konusunda kavramsal bilgi düzeyinde sorunlar yaşamaktadırlar. Yapılandırıcılık yaklaşımında Ausubel (1968)'in belirttiği gibi kavramlar öğrenmenin kalitesini ve niteliğini etkileme açısından önemli bir yere sahiptir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda bu çalışmanın amacı 11. sınıf Biyoloji programında yer alan "Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği" konusunun kavramsal bilgi çerçevesinde, bu seviyedeki öğrencilerde var olan sorunları ve konunun işlenişine bağlı olan sebeplerini, öğrencilerin görüşleri yoluyla ortaya koymaktır.

## Yöntem

### Örneklem

Bu araştırmanın örneklemini Marmara bölgesindeki bir il merkezinde bulunan bir dershaneye devam eden farklı lise türlerinde öğrenim gören 11. sınıf (80 kişi) ve 12. sınıf (70 kişi) olmak üzere 292 öğrenci arasından uygun örneklem yöntemine göre rastgele seçilen 150 kişi oluşturmaktadır. Görüşmeler ise bu öğrenciler arasından uygun örneklem yöntemine göre seçilen 11. sınıflardan 7, 12. sınıflardan 7 olmak üzere toplam 14 öğrenciyle yapılmıştır.

### Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği Konusuna Ait Kavramlar Anketi ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu olmak üzere iki veri toplama aracı kullanılmıştır. Veri toplama araçları 2012-2013 öğretim yılında örneklemin bulunduğu ilde Anadolu lisesinde, fen lisesinde, meslek lisesinde kullanılan MEB Biyoloji ders kitabının konu içeriği baz alınarak araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır.

"Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği" konusuna ait toplam 60 madde olarak hazırlanan anket 2 aşamada son halini almıştır. İlk aşamada ikisi biyoloji öğretmeni olan dört uzman görüşü yardımıyla bazı maddeler anketten çıkartılmıştır. İkinci aşamada ise anket ayrı okullardan gelen toplam 90 (11. ve 12. sınıf) öğrenciye uygulanarak anlaşılabilirliği test edilmiştir. Son halini alan anketin uygulanması 20 dakika sürmektedir. Ankette "Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği" konusuna ait 45 kavram bulunmaktadır. Bu kavramların yanında "Bildiğim Kavram" sütunu yer almaktadır. Öğrenci bir kavramı derste öğrendiyse "Bildiğim Kavram" sütunundaki kutucuğu işaretlemesi ve daha sonra bu kavramla ilgili, 5'li Likert tipine göre hazırlanan "çok zor", "zor", "normal", "kolay", "çok kolay" kutucuklarından birini işaretlemesi istenmiştir. Anketin çalışmanın örneklemine uygulanmasıyla elde edilen puanların alpha güvenirlik katsayısı 0.95 olarak belirlenmiştir. Ölçeğin kapsam geçerliğinin uzman görüşü doğrultusunda uygun olduğuna karar verilmiştir. Yapı geçerliği için ölçek, ilgili konunun eğitimini almamış olan 11 sınıf öğrencilerine ve konunun eğitimini almış bilgi sahibi olduğunu bildiğimiz 12. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulama sonucu iki grubun puanları arasındaki korelasyona bakılmıştır. Elde edilen Pearson korelasyon katsayısı .159'dur. Bu da iki grubun puanları arasında zayıf bir ilişki olduğunu ve ölçeğin yapı geçerliğinin uygun olduğunu göstermektedir (Weiner, 2007).

Yarı yapılandırılmış görüşme formu 6 sorudan oluşmaktadır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan görüşme formu alanında uzman iki biyoloji öğretmeni ve biyoloji eğitimi alanında uzmanlaşmış 3 öğretim üyesi tarafından kontrol edilmiş ve daha sonra ayrı okullarda öğrenim gören 20 öğrenciye uygulanarak anlaşılabilirliği kontrol edilmiş ve son halini almıştır. Görüşme formu "Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği" konusunun kavramsal bilgi problemlerinin sebeplerini belirlemeye yönelik olarak, daha çok dersin işlenişine ilgili yönüne ağırlık veren aşağıdaki sorulardan oluşturulmuştur.

1. Okulda bu ders hangi yöntem, teknik ve stratejiler kullanılarak, nasıl işlendi?
2. Bu konuyla ilgili kitapta verilen ya da verilenin dışında bir etkinlik yapıldı mı?

3. Etkinlik yapıldıysa bununla ilgili düşüncelerin nelerdir?
4. Etkinlik yapıldıysa, konunun anlaşılmasında ne kadar etkili oldu?
5. Bu konuyla ilgili yapılabileceğini düşündüğünüz etkinlik öneriniz var mı?
6. Genel olarak bu konunun derste işlenişine ilişkin önerileriniz nelerdir?

Her bir görüşme yaklaşık olarak 15'er dakika sürmüştür. Görüşme esnasında öğrencilerin cevapları görüşmeci tarafından not edilmiştir.

### *Verilerin Analizi*

Anketten elde edilen veriler SPSS 17,0 programı ile frekans ve yüzde dağılımına göre incelenmiştir. Beşli Likert tipine göre hazırlanan ankette çok kolay seçeneği için (5), kolay seçeneği için (4), normal seçeneği için (3), zor seçeneği için (2) ve çok zor seçeneği için (1) sayıları kullanılmıştır. Boş bırakılan kavram için ise sıfır "0" kodlanmıştır.

Bir kavramın kolay olarak işaretlenmesi o kavramla önceki dönemlerde karşılaşılmış olduğu ve anlamının bilindiği, ne kadar kolay geliyorsa o kadar iyi anlaşılmuş olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bir kavramın zor kabul edilmesi ise bu kavramın bilinmediği ya da bu kavramla karşılaşılmış olsa da anlaşılmasında güçlük olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Anketteki maddelerin öğrenciler tarafından "çok zor, zor, normal, kolay ve çok kolay" olarak değerlendirilme oranları incelenmiş ve bunlardan en yüksek orana sahip olan ilk 5'er madde ile boş bırakılma oranı en yüksek olan ilk 5 maddenin frekansları ve yüzdeleri hesaplanarak ayrı ayrı tablo halinde verilmiştir.

Görüşmelerden elde edilen veriler betimsel yolla analiz edilmiştir. Verilen cevaplar tema ve alt temalar şeklinde gruplanarak bulgular kısmında verilmiştir.

## **BULGULAR**

### *Anketle İlgili Bulgular*

Anket verileri genel olarak incelendiğinde; öğrenciler arasında ilk sırada çok zor olarak değerlendirilen "DNA parmak izi" (%18), zor olarak değerlendirilen %16.7 oranı ile "Genom projesi", normal olarak değerlendirilen %37.3 "Gen klonlaması", kolay olarak değerlendirilen %40.7 oranı ile "GDO (Transgenik Organizmalar) ve çok kolay olarak değerlendirilen %40.7 oranı ile "Zigot" kavramıdır. Öğrencilerin en çok boş bıraktığı ilk sıradaki madde ise %46.7 oranı ile "Biyogüvenlik Protokolü" dür. Her değerlendirmenin ilk 5 maddesi aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

**Tablo 1.** Çok Zor Olarak Belirlenen İlk 5 Madde

Değerlendirme	Maddeler	f	%
Çok Zor	DNA Parmak İzi	27	18.0
	DNA Analizi	19	12.7
	Genom Projesi	11	7.3
	Kök Hücre Tedavisi	10	6.7
	Sentetik Hormonlar	10	6.7
.....*			

\*Tabloda gösterilemeyen diğer maddeler.

Tablo incelendiğinde çok zor olarak değerlendirilen kavramlardan en yüksek orana sahip olan kavramlar %18 oranı ile "DNA parmak izi" ve %12.7 oranı ile "DNA analizi"dir. Bu iki maddeyi takip eden maddeler ise %7.3 oranı ile "Genom Projesi", %6.7 oranı ile "Kök Hücre Tedavisi ve "Sentetik Hormonlar"dır.

**Tablo 2.** Zor Olarak Değerlendirilen İlk 5 Madde

Değerlendirme	Maddeler	f	%
Zor	Genom Projesi	25	16.7
	Rekombinant DNA Teknolojisi Ürünleri	25	16.7
	Kök Hücre Tedavisi	25	16.7
	DNA Analizi	22	14.7
	İnterferon	21	14.0
.....*			

\*Tabloda gösterilemeyen diğer maddeler.

Tablo incelendiğinde zor kabul edilme oranı en yüksek olan kavramlar %16.7 oranı ile “Genom Projesi, Rekombinant DNA Teknolojisi Ürünleri ve Kök Hücre Tedavisi”dir. Zor kabul edilen diğer iki kavram ise %14.7 oranı ile “DNA Analizi” ve %14 oranı ile “İnterferon”dur.

**Tablo 3.** Normal Olarak Değerlendirilen İlk 5 Kavram

Değerlendirme	Maddeler	f	%
Normal	Gen Klonlaması	56	37.3
	İslah Yöntemleri	53	35.3
	Biyoteknoloji	51	34.0
	Rekombinant DNA Teknolojisi Ürünleri	51	34.0
	Gen Aktarımı	49	32.7
.....*			

\*Tabloda gösterilemeyen diğer maddeler.

Tablo incelendiğinde normal kabul edilme oranı en yüksek olan kavramlar %37.3 oranı ile “Gen Klonlaması”, %35.3 oranı ile “İslah yöntemleri”, %34 oranı ile “Biyoteknoloji ve Rekombinant DNA Teknolojisi Ürünleri”dir. Beşinci sırada ise %32.7 oranı ile “Gen Aktarımı”dır.

**Tablo 4.** Kolay Olarak Değerlendirilen İlk 5 Kavram

Değerlendirme	Maddeler	f	%
Kolay	GDO (Transgenik Organizmalar)	61	40.7
	Klonlama	54	36.0
	Biyoteknoloji	53	35.3
	Yapay Döllenme	47	31.3
	Gen Aktarımı	47	31.3
.....*			

\*Tabloda gösterilemeyen diğer maddeler.

Tablo incelendiğinde kolay olarak değerlendirilen kavramlar arasında en yüksek orana sahip olan %40.7 oranı ile “GDO (Transgenik Organizmalar)” kavramıdır. Ayrıca %36 oranı ile “Klonlama”, %35.3 oranı ile “Biyoteknoloji”, %31.3 oranı ile “Yapay Döllenme”, %31.3 oranı ile “Gen Aktarımı” kolay kabul edilme oranı yüksek olan diğer 4 kavramdır.

**Tablo 5.** Çok Kolay Olarak Değerlendirilen İlk 5 Kavram

Değerlendirme	Maddeler	f	%
Çok Kolay	Zigot	61	40.7
	Melezleme	42	28.0
	Antibiyotik	42	28.0
	Kök Hücre	40	26.7
	GDO ürünlerinin sağlığa etkileri	38	25.3
.....*			

\*Tabloda gösterilemeyen diğer maddeler.

Tablo incelendiğinde çok kolay olarak değerlendirilen kavramlar arasında en yüksek orana sahip olan %40.7 oranı ile “Zigot” kavramıdır. Ayrıca %28 oranı ile “Melezleme ve Antibiyotik”, %26.7 oranı ile “Kök Hücre” ve %25.3 oranı ile “GDO ürünlerinin sağlığa etkileri” çok kolay kabul edilen diğer 4 maddedir.

**Tablo 6.** Boş Bırakılma Oranı En Yüksek Olan İlk 5 Kavram

Değerlendirme	Maddeler	f	%
Boş Bırakılan	Biyogüvenlik Protokolü	70	46.7
	Etik	67	44.7
	Poliploidi	65	43.3
	Sentetik Enzim	63	42.0
	Sentetik Hormonlar	53	35.3
.....*			

\*Tabloda gösterilemeyen diğer maddeler.

Tablo incelendiğinde boş bırakılma oranı en yüksek olan kavramlar %46.7 oranı ile “Biyogüvenlik Protokolü”, %44.7 oranı ile “etik”, %43.3 oranı ile “Poliploidi”, %42 oranı ile “Sentetik Enzim” ve %35.3 oranı ile “Sentetik Hormonlar”dır.

### Görüşme Bulguları

Görüşmenin “Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği konusu okulda hangi yöntem, teknik ve stratejiler kullanılarak, nasıl işlendi?” şeklindeki ilk sorusunu öğrenciler tablo 7’de verilen şekilde cevaplamışlardır.

**Tablo 7.** “Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği konusu okulda hangi yöntem, teknik ve stratejiler kullanılarak, nasıl işlendi?” Sorusuna Verilen Cevaplar

Tema	Alt Tema	f	Toplam
Biyoteknoloji ve gen mühendisliği konusunun okulda işleniş şekli	İşlenmedi	4	14
	Çok üstünde durulmadı, slaytlarla anlatıldı.	1	
	Konuyu slaytlarla biz anlattık. Öğretmen arada eklemeler yaparak eksiklikleri tamamladı.	5	
	Biz anlattık, öğretmen eksik kalan kısımları tamamladı. Konu sonunda da 3 test çözdük.	1	
	Kitabın aynı anlatılmış, konunun yarısında bize ödev verildi ama bizde anlatmadık konu yarım kaldı.	1	
	Öğrenciler anlattı ama kimse hatta öğretmen bile dinlemedi.	1	
	Öğretmen azıcık anlattı, sonra gerisini siz çalışın yaparsınız dedi. Bir de Biyoteknolojiyle ilgili hayal kurmamızı istedi ama kuramadık.	1	

İkinci olarak “Bu konuyla ilgili MEB kitabında verilen ya da verilenin dışında etkinlik yapıldı mı?” sorusuna verilen cevaplar, konuyla ilgili herhangi bir etkinlik yapılmadığını göstermektedir. Hatta bazı öğrenciler konu sonunda etkinlik olduğunu bilmediklerini belirtmişlerdir (Tablo 8).

**Tablo 8:** “Bu konuyla ilgili MEB kitabında verilen ya da verilenin dışında etkinlik yapıldı mı?” Sorusuna Verilen Cevaplar

Tema	Alt Tema	f	Toplam
Konu sonu etkinliği	Yapılmadı/Hiç etkinlik yapmayız.	14	14

3. ve 4. soru etkinliğin yapılmasına bağlı olarak cevaplanacak sorular olduğu için, etkinlik yapılmadığından bu sorulara cevap alınamamıştır.

Görüşmenin “Bu konuyla ilgili yapılabileceğini düşündüğünüz etkinlik öneriniz var mı?” şeklindeki 5. soruyla ilgili öğrenci görüşleri de tema ve alt temalar şeklinde Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** “Bu konuyla ilgili yapılabileceğini düşündüğünüz etkinlik öneriniz var mı?” Sorusuna Verilen Cevaplar

Tema	Alt Tema	f*	Toplam*
Gezi	Gezi yapılabilir, TÜBİTAK gibi laboratuvarlara, bu konuyla ilgilenen yerlere, üniversitelere geziler düzenlenebilir.	6	7
	Türkiye’de belki de dünyada klonlamanın yapıldığı yere gidilebilir.	1	
Görsellik	Gen kopyalamasıyla ilgili videolar izlettirebilir.	2	6
	Dolly’i görsek güzel olurdu, yani yapılan çalışmalarla ilgili gerçek örnekler görmek. Mikroenjeksiyon yöntemi izlettirebilir.	1	
	Daha önce yapılmış biyoteknolojik çalışmalar izlettirebilir, görsellik daha kalıcı olmayı sağlıyor. Örneğin taa lise 1’de tüp bebek yöntemini seyretmiştik, zenci kadın vardı bence ilgi çekici, kalıcı oluyor.	1	
	Konuyla ilgili belgeseller, kopyalamalar seyrettirebilir, gen aktarımı aşamalarını tek tek görmek isterdim.	2	
Görüşme	Biyoteknoloji ile ilgilenen kişilerle görüşmeler yapılabilirdi.	1	1
Deney ve uygulama	Küçük deneyler yapılabilir, hayvan klonlayamayız ama bitki klonlanabilir.	2	4
	Ben MEB kitabına bakmuştum agrobakterium mu ne onla ilgili bir deney vardı, çok basitti biz de onu yapabiliriz sonuç olarak Dolly yapamayacağımıza göre.	1	
	Örneğin gen kopyalamayı seyretsem uyurum çünkü bu konu hiç ilgimi çekmiyor, videolar-slaytlar uyutur. Ancak bilim kurgu filmlerinde olduğu gibi deneyler olsa “biyonik adam-kol” oluşturma gibi belki ilgimi çeker.	1	
Senaryo, gösteri	Her öğrenci konuyla ilgili bir senaryo yazabilir. Bu senaryo gelecekle ilgili olabilir, mesela küresel ısınma sonucu ortaya çıkabilecek bir problem (açlık, susuzluk...) ve bu probleme çözüm için biyoteknolojinin kullanıldığı senaryo. Sonra bu senaryolardan en güzeli seçilip sınıfta oynanabilir.	1	1
ÖSS	ÖSS’de daha zor sorarlarsa etkili olur, etkinliğe filan gerek kalmaz.	1	2
	ÖSS’de çok etkili bir konu değil galiba bunun için çok üstünde durmaya da gerek yok.	1	

\*Bir öğrencinin cevabı birden fazla tema altında değerlendirildiği için öğrenci sayısı 14 kişiden fazladır.

Görüşmenin “Genel olarak bu konunun işlenişine ilişkin önerileriniz nelerdir?” sorusuna verilen cevaplar tablo 10’da sunulmuştur.



**Tablo 10.** “Genel olarak bu konunun işlenişine ilişkin önerileriniz nelerdir?” Sorusuna Verilen Cevaplar

Tema	Alt Tema	f	Toplam*
Görsellik ve somut örnekler	Bu konu soyut bir konu bu yüzden derslerde videolarla görsellik arttırılabilir, somut elle tutabileceğimiz gerçek örnekler verilebilir. Slaytla anlaşılması güç bir konu hatta onları da bize hazırlatıyorlar çok gereksiz.	6	13
	Ben slayttan anlamam ama böyle bir konuda da görsellik olmalı. Ama yerine gidip orada öğrenmek daha güzel olurdu görerek.	1	
	Animasyonlarla, videolarla ders işlenebilir, öyle daha etkili oluyor çünkü. Maket ya da küçük hani oluyo ya öyle tipta filan vücutlar filan onun gibi şeylerle gen-koyun kopyalama yapılabilir.	1	
	Bence öğretmen, verilmesi gerektiği gibi kendisi anlatmalı çünkü öğrenciler anlattığında kimse dinlemiyor. Anlatım sırasında görsellik olmalı (belgesel, video izlemek gibi) kalıcılık için, Dolly filan görmek ilgi çekici oluyor.	3	
	Biyoteknolojik uygulamaların yapıldığı yerlerde bu uygulamalar canlı canlı izlettirilebilir.	2	
Uygulama	Ders slayttan, düz anlatım olmamalı. Konu anlatımı sırasında bazı basit şeyler yoğurt mayalama, bitki klonlama, fermantasyon tekniği, kitaptaki deney yapılabilir. Böylece bu konuda anlatılanların kısmen de olsa yapılabilirliği ispatlanmış olur.	2	5
	Küçük deneyler, uygulamalar yapılmalı.	3	
Konu ayrıntılı olmalı	Bu konunun hiç ilgimi çekmemesinin sebebi kitapta 5-6 sayfaya sığdırılmış sığ bilgiler verilmiş olması oysa bu konu ayrı bir bilim dalı bu yüzden çok daha ayrıntılı anlatılması gerekir ki olayın önemini kavrayalım bu da lise müfredatına uymaz. Bu çelişkiden dolayı da Biyoteknoloji'nin kaderi asla değişmeyecektir.	1	4
	Hatta bence yüzeysel verilmesi yerine hiç verilmemesi lise müfredatından çıkarılması daha iyi olur.		
	Aslında hayatımızı çok etkileyecek bir konu bu yüzden üniversite sonrası yüksek lisans gibi orada daha ayrıntılı olmalı ama güncel bir konu olduğu için yinede anlatılmalı ancak MEB kitabı içeriği yetersiz bence. Kitapta vektör, DNA parmak izi sadece cümle içinde geçiyor, DNA analizi ve klonlama hiç anlatılmamış. Ben ayrıntılı bilgi için internetten araştırma yaptım.	3	

\*Bir öğrencinin cevabı birden fazla tema altında değerlendirildiği için öğrenci sayısı 14 kişiden fazladır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Biyoloji dersinde verimli bir öğretim öğrenci, öğretmen, kullanılan anlatım yöntemi ve öğretilecek konunun bir bütün oluşturabilmesi ile sağlanır. Bu çalışmada Biyolojinin önemli bir konusu olan biyoteknoloji konusu için programa bağlı oluşturulmuş kitap, öğretmen ve yöntem öğrenci görüşleri doğrultusunda kavramlar ve kavramların öğrenilmesi açısından değerlendirilmiştir.

Kitapta var olduğu belirlenen 45 kavram öğrenciler tarafından “çok zor, zor, normal, kolay, çok kolay ve bilmediğim kavram” olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerin her biri (çok zor, zor... gibi) için en yüksek orana sahip olan ilk 5 kavram tablolar halinde verilmiştir. Ancak bazı kavramlar, öğrencilerin bir kısmı tarafından çok zor olarak değerlendirilirken bir kısmı tarafından zor hatta kolay olarak değerlendirilmiştir. Bu yüzden bir kavram (örneğin genom projesi) hem çok zor hem de zor olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre öğrenciler tarafından çok zor olarak değerlendirilen ilk 5 kavram DNA parmak izi, DNA analizi, genom projesi, kök hücre tedavisi ve sentetik hormonlardır. Zor olarak değerlendirilen ilk 5 kavram genom projesi, rekombinant DNA teknolojisi ürünleri, kök hücre tedavisi, DNA analizi ve interferondur. Normal olarak değerlendirilen ilk 5 kavram gen klonlaması, ıslah yöntemleri, biyoteknoloji ve rekombinant DNA teknolojisi ürünleri ve gen aktarımıdır. Kolay olarak değerlendirilen ilk 5 kavram GDO (transgenik organizmalar), klonlama, biyoteknoloji, yapay dölleme ve gen aktarımıdır. Öğrenciler tarafından çok kolay olarak

değerlendirilen ilk 5 kavram zigot, melezleme, antibiyotik, kök hücre ve GDO ürünlerinin sağlığa etkileridir. Ankette öğrencilerin boş bıraktığı kavramlardan en yüksek orana sahip olan ilk 5 kavram ise Biyogüvenlik Protokolü, Etik, Poliploidi, Sentetik Enzim ve Sentetik Hormonlardır.

Öğrenciler tarafından kavramların çeşitli zorluk derecelerinde değerlendirilme sebepleri için ders kitabına bakıldığında, DNA parmak izi kavramının ne işe yaradığı, hangi durumlarda kullanıldığından bahsedildiği ancak tanımının ve işlemlerinin nasıl yapıldığının anlatılmadığı görülmüştür. DNA analizi kavramı kitapta hayvanlarda klonlama başlığı altındaki şekil üzerinde ve şeklin altındaki açıklamada geçmektedir. Yine aynı şekilde hangi durumlarda kullanıldığından bahsedildiği ancak tanımının ve işlemlerinin nasıl yapıldığının anlatılmadığı görülmüştür. İnterferon kavramı konu içerisinde tanımlanmamaktadır, bu konu öncesinde virüsler başlığı altında anlatılmaktadır. Anlatılmış olmasına rağmen interferon kavramının zor olarak değerlendirilmesi ise geçmiş konulardan bilgi transferi yapılmadığını göstermektedir. Anlamalı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için bireyin öğreneceği bilgileri, kavramları ve önermeleri mevcut bilgileri ile ilişkilendirebilmesi gerekmektedir (Ausubel, Novak ve Hanesian, 1968). Konunun ana başlığı olan Biyoteknoloji kavramının öğrencilerin sadece %12.7'si tarafından çok kolay olarak değerlendirilmesi, %34'ü tarafından ise normal olarak değerlendirilmesi bu kavramın tam olarak anlaşılmasını engellemiştir. Sadece tanım olarak sorgulanan bu kavram için beklenen sonuç öğrencilerin büyük kısmı tarafından kolay ya da çok kolay olarak değerlendirilmesidir. GDO, klonlama, yapay dölleme, gen aktarımı kavramlarının öğrenciler tarafından kolay olarak değerlendirilmesi bu konuların çok sık olarak medyadan duyulmuş olmasına bağlanabilir. Yapılan bazı çalışmalarda (Sparks ve Sperherd, 1994; Sjöberg, 1995; Gunter, Kinderlerer and Beyleveld, 1998; Eurobarometer, 2005; Tanır, 2005; Berkant, 2005; Hıdıroğlu, Önsüz, Kalafat ve Karavuş, 2013 ve Sıcaer, 2013) gündemde çok sık yer alan bilgilerin informal yollardan daha çok öğrenilebildiği ifade edilmiştir. Çok kolay olarak kabul edilen zigot kavramı, önceki yıllardaki birçok konuda çok kez tekrarlanmaktadır. Antibiyotik, bireylerin günlük yaşamda da sürekli karşılaştığı bir kavram olduğu için bilinmesi dolayısıyla "çok kolay" olarak değerlendirilmesi olası bir sonuçtur. Rekombinant DNA teknolojisi ürünleri zor olarak değerlendirilirken, bu teknolojinin ürünleri olan sentetik enzim ve sentetik hormon kavramlarının hiç bilinmediğinin belirtilmesi öğrencilerin cevaplarının tutarlılığını göstermektedir. Ders kitabında poliploidi kavramı konu içerisinde geçmekte, tanımı yapılmakta ve örnekleri verilmektedir. Buna rağmen öğrencilerin büyük bir çoğunluğu bu kavramı bilmediklerini belirtmektedirler. Öğrenciler tarafından en yüksek oranda bilinmediği ifade edilen Biyogüvenlik protokolü, konu sonunda verilen okuma metninin konusudur. Bazı öğrencilerin görüşmeler sırasında, üniversite sınavında çıkmayan konuların dikkate alınmadığı ifadesine bağlı olarak okuma metninin öğrenciler tarafından dikkate alınmadığı düşünülebilir. Kavramların öğrenilmesindeki zorlukların kitapla bağlantılı olan sebeplerinin dışında işlenişe bağlı olan sebepler öğrenci görüşlerinde belirtilmiştir.

Yapılan görüşmelerin "Biyoteknoloji ve Gen Mühendisliği konusu okulda hangi yöntem, teknik ve stratejiler kullanılarak, nasıl işlendi?" şeklindeki ilk sorusuna verilen cevaplarda öğrencilerin bir kısmı konuyu kendilerinin slaytlarla basitçe anlattıklarını, bir kısmı ise konunun işlenmediğini belirtmiştir. Bir konunun aynı özelliklere sahip öğrencilere farklı öğretmenler tarafından anlatılmasının farklı sonuçlara ulaştırması bu süreçte öğretmenin rolünün çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Ün Açıkgöz, 1998). Kullanılan yöntemlerden üst düzey başarı sağlanabilmesi öğretmenin rehberliğine bağlıdır (Binbaşıoğlu, 1974). Öğretmen tarafından günlük hayattan örneklerle süslenen uygulamalı ders anlatımlarının yapılması, konunun öğrencinin de aktif olduğu bir ortamda deneylerle pekiştirilmesi hem öğrencinin konuyu daha iyi anlamasını sağlayacak hem de öğrencinin konuya olan ilgisini arttıracaktır (Doğan, Kırvak ve Baran, 2004). Derslerin bu şekilde işlenmesinin temel sebebi konunun, görevdeki öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun üniversite eğitimi sırasında karşılaşmadığı bilgileri içermesidir. Biyoteknoloji konusu ve uygulamaları çok teknik bilgi içermekte ve bu teknoloji çok hızlı ilerlemektedir. Ayrıca bu konu Thieman ve Palladino (2013) tarafından belirtildiği gibi çeşitli bilim dallarından karmaşık gelebilecek bilgileri bir arada bulundurduğu için

öğrenenler açısından da güçlükler oluşturmaktadır. Bir öğrencinin görüşmede “öğretmenimiz Biyoteknolojiyle ilgili hayal kurmamızı istedi ama kuramadık” şeklinde belirttiği öğretmenin kullanmak istediği aktif öğrenme tekniği konunun daha iyi öğrenilmesine katkıda bulunabilir. Soyut kavramların daha kolay öğrenilmesi ve diğer kavramlarla ilişkilendirilebilmesi bu kavramların somutlaştırılması ile gerçekleştirilebilir (Çeliköz, 1998). Somut kavramlar öğrenciler tarafından kolayca zihinde canlandırılıp hayal edilebilir dolayısıyla soyut kavramların somutlaştırılması öğrenmeyi kolaylaştıracağı gibi kavram yanlışlarının oluşmasının önlenmesine de katkı sağlayabilir (Atılboz, 2001).

Görüşmenin 2. sorusuna verilen cevaplara göre, konu sonu etkinliğinin hiçbir okulda yapılmadığı, bazı öğrencilerin ise konu sonunda etkinlik olduğundan bile habersiz olduğu görülmüştür. Biyoteknoloji konusunun etkinliklerle süslenmiş şekilde anlatılması hatta bu etkinliklere bizzat öğrencinin katılması konunun önemini arttıracak konuyu daha ilgi çekici hale getirecektir (Çelik ve Erişen, 2010). Etkinliklerle zenginleştirilmiş biyoloji öğretimi, öğrencilerin ilgisini çekmekle kalmayıp öğrencilere bu bilgilerin günlük yaşamda da kullanılabilir olduğunu gösterecek (Aşçı ve Demircioğlu, 2007) bu da bilgilerin anlamlı ve kalıcı öğrenilmesine katkı sağlayacaktır (Öz Aydın, Şahin ve Sıcaker, 2013).

Görüşmenin 3. sorusuyla öğrencilerin konu sonundaki etkinlikle ilgili düşüncelerini, 4. sorusuyla ise etkinlik yapılmışsa konunun anlaşılmasına etkisiyle ilgili öğrenci görüşlerini almak amaçlanmıştır. Ancak konu sonu etkinliği yapılmadığı için bu sorulara cevap alınamamıştır.

Görüşmenin “Bu konuyla ilgili yapılabileceğini düşündüğünüz etkinlik öneriniz var mı?” şeklindeki 5. sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar genellikle konuyla ilgili video izlettirilmesi, ilgili merkezlere-laboratuvarlara geziler düzenlenmesi, konuyu somutlaştırmak için yapılacak basit biyoteknolojik uygulama etkinlikleri şeklinde ifade edilebilir. Ayrıca bazı öğrenciler bu konunun önem kazanması için üniversiteye giriş sınavlarında daha çok sorulmasının etkili olacağını belirtmişlerdir.

Görüşmenin 6. sorusuyla ise öğrencilerden konunun anlatım şekline ilişkin öneriler sunmaları istenmiştir. Bu soruya öğrenciler yine görselliğin ön planda olduğu, uygulamalı olarak anlatımların yapıldığı ve konunun biraz daha ayrıntılı verildiği anlatım şekli önermişlerdir. Ancak birçok biyoteknolojik yöntem ortaöğretim düzeyi için hazırlanmış bir laboratuvar da uygulanamayabilir. Deneysel uygulamaların yapılamadığı böyle durumlarda ise öğrenciye, alternatif olarak sanal laboratuvar ortamı sunulup konu düz anlatımdan çıkarılıp somutlaştırılarak etkili ve kalıcı bir öğrenme sağlanabilir (Altun, Çelik ve Elçin, 2011). Yapılan görüşmelerde bir öğrencimiz, Çelik ve Erişen (2010) tarafından belirtildiği gibi biyoteknoloji ve gen mühendisliği konusunun biyoloji dersinden bağımsız biyoteknoloji adı altında seçmeli ders olarak verilmesini önermektedir.

Görüşmenin 5. ve 6. sorusuna öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde öğrencilerin görerek, uygulayarak, yaşayarak, kendilerinin de aktif olduğu bir öğrenme şeklini tercih ettikleri görülmektedir. Yapılan çalışmalarda soyut konuların oldukça fazla bulunduğu biyoloji derslerinde bilgilerin somut örneklerinin verilmesinin, öğrencilerin derse olan ilgilerini arttırdığı ifade edilmiştir (Gül ve Yeşilyurt, 2010; Doğan vd., 2004). Bir çok çalışmada düz anlatımdan ziyade video, animasyon, cd kullanılarak görselliğin arttırıldığı, öğrencilerin birebir aktif olduğu, laboratuvar uygulamalarıyla desteklenen derslerin öğrencilerin daha çok ilgisini çektiği ve öğrenci için konuyu daha cazip hale getirmekte olduğu bildirilmektedir (Yakışan ve ark., 2009; Aydoğdu, 1999; Karamustafaoğlu, Ayas ve Coştu, 2002; Balcı, Çakıroğlu ve Tekkaya, 2005; Yumuşak ve Aycan, 2002; Saygın, 2009; Öz Aydın vd., 2013; Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2005; Mayer ve Moreno, 2002; Demirel, 2002).

Sonuç olarak öğrenciler tarafından DNA parmak izi, DNA analizi, genom projesi, kök hücre tedavisi, sentetik hormonlar, rekombinant DNA teknolojisi ürünleri, kök hücre tedavisi, DNA analizi, interferon biyogüvenlik protokolü, poliploidi, sentetik enzim, sentetik hormonlar ve etik öğrenilmesi çok zor ve zor olarak belirlenen kavramlardır. Bu kavramların bazılarının öğrenilmesinin zorluğu ders

kitabından, bazılarının öğrenilmesinin zorluğu ise öğretmenin derste uyguladığı yöntemlerden kaynaklandığı bulunmuştur.

Bu nedenle bu zorlukları ortadan kaldıracabilmesi için ders kitaplarındaki, kavramların tam ve net olarak açıklanması gerekmektedir. Öğrencilerinde belirttiği gibi konu anlatımında görselliğe çok fazla yer verilmesi, konunun ilginç güncel örneklerle süslenmesi, ilgili haberlerin yazılı-görsel basından takibinin sağlanması, laboratuvar kullanılması, çeşitli uygulamalar-deneyler yapılması, animasyon, simülasyon ve belgeseller izlettirilmesi önerilebilir. Öğretmenlerinde bunları uygulayabilecek yeterliliğe çıkarılabilmesi için hizmet içi kursların aktif olarak uygulanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Akman, S. B. (2007). Avrupa Birliği'nin biyoteknolojik ürün ve uygulamalara yönelik tüketici politikası ve Türkiye'nin uyumu. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Akurgal E. (1997) Anadolu Kültür Tarihi, TÜBİTAK Popüler bilim kitapları.
- Altun, A., Çelik, S. ve Elçin, A. E. (2011). Genetik mühendisliği, biyoteknoloji ve moleküler biyolojiyle ilgili rehber materyallerin öğrenci başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [H. U. Journal of Education]*, 40, 21-32.
- Aşçı, Z. ve Demircioğlu, H. 2007. Çoklu zekâ teorisine göre geliştirilen ekoloji ünitesinin, birinci sınıf öğrencilerinin başarısına ve tutumlarına olan etkileri. ODTÜ Eğitim Fakültesi, OÖFMA Bölümü, Ankara, 07.08.2007. <http://www.erg.sabanciuniv.edu/iok2004/bildiriler/Zuhal%20Asci%20Akdag.doc>
- Atıcı, T. ve Bora, S. (2002). Orta öğretim kurumlarında biyoloji eğitiminde kullanılan öğretim metodlarının ders öğretmenleri açısından değerlendirilmesi ve öneriler. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 51-64. Alıntılanma tarihi 10 Mart 2009 [www.sosbil.aku.edu.tr/dergi/VI2/tatici.pdf](http://www.sosbil.aku.edu.tr/dergi/VI2/tatici.pdf).
- Atılboz, N. G. (2001). Lise 1.sınıf öğrencilerinde hücre ve moleküler biyoloji konuları ile ilgili görsel ve deneysel malzeme kullanımının başarı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ausubel, D., Novak, J. D. and Hanesian, H. (1968). Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Reinhart and Winston.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(15), 30-35.
- Balcı, S., Çakıroğlu, J., ve Tekkaya, C. (2005). 8. sınıf öğrencilerinin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarını düzeltmede kavramsal değişim metinlerinin etkisi. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli.
- Berkant, H. G. (2005). Ortaöğretim biyoloji öğretim programında klonlama konusunun kapsamı ve insan klonlamaya yönelik program önerisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1).
- Binbaşıoğlu, C. (1974). *Öğretim metodu ve uygulama*. Ankara: Binbaşıoğlu Yayınevi.
- Çelik, O. ve Erişen, S. (2010). Ortaöğretim düzeyinde biyoloji dersi kapsamında uygulanan biyoteknoloji programının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 25-39
- Çeliköz, N. (1998). Kavram öğrenme ve öğretme ilkeleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2, 69-76.

- Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 year old) students' understandings of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 39, 59-73.
- Dawson, V. and Schibeci, R. (2003). Western Australian school students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 25, 57-69.
- Demirel, Ö. (2002). *Planlamadan değerlendirmeye öğretme sanatı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Doğan, S., Kırvak, E. ve Baran, Ş. (2004). Lise öğrencilerinin biyoloji derslerinde edindikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6-1, 57-63.
- Ergin, I., Gürsoy, Ş. T., Öcek, Z. A. ve Çiçeklioğlu, M. (2008). Sağlık meslek yüksek okulu öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalara dair bilgi tutum ve davranışları. *TAF Prev Med Bull*, 7, 503-508.
- Eurobarometer (2005). Europeans, Science and Technology. 26.08.2013 tarihinde erişilmiştir, [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm)
- European Federation of Biotechnology (EFB), (1981). 16.12.2014 tarihinde erişilmiştir, <http://www.efb-central.org/>
- Gunter, B., Kinderlerer, J. and Beyleveld, D. (1998). Teenagers and biotechnology: A survey of understanding and opinion in Britain. *Studies in Science Education*, 32, 81-112.
- Gül, Ş. ve Yeşilyurt S., 2010. Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji ve Biyoloji Dersine Yönelik Tutumları (Pilot Uygulama) 1. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Yıl 10, Sayı 20, Aralık 2010, 28 - 47
- Hanegan, N. L., and Bigler, A. (2009). Infusing authentic inquiry into biotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 393-401.
- Hidroğlu, S, Önsüz, M. F., Kalafat, C. E. ve Karavuş, M. (2013). Ümraniye İlçesinde 1. Basamakta Sağlık Kuruluşlarına Başvuran Hastaların Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Konusunda Bilgi, Tutum ve Davranışları. *Fırat Tıp Dergisi*, 18(3), 176-181.
- Ho, M. W. (2001). *Genetik mühendisliği: Rüya mı kabus mu?* (Çev: Emral Çakmak) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Karamustafaoğlu S., Ayas, A., ve Coştu, B. (2002). Sınıf öğretmeni adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışları ve bu yanlışların kavram haritası tekniği ile giderilmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Keskin, Y., Lüleci, N. E., Özyaral, O., Altıntaş, Ö., Sağlık, A., Lisar, H., Turan, A., ve Top, Y (2010). Maltepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğrencilerinin Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Hakkında Bilgi Tutum ve Davranışları. *Maltepe Tıp Dergisi*, 2 (1).
- Lock, R. and Miles, C. (1993). Biotechnology and genetic engineering: Students' knowledge and attitudes. *Journal of Biological Education*, 27(4), 267-272.
- Massarani, L. and Moreira, I. (2005). Atitudes towards genetics: a case study among Brazilian high school students. *Public Understanding of Science*, 14, 201-212.
- Mayer, R. E., and Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu başkanlığı Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı (2013). (20.10.2013), (<http://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretim-programlari/icerik/72>)
- Nasim, A. (2003). Biotechnology for sustainable development. Commission on Science and Technology for Sustainable Development in the South, 19.

- Öz Aydın, S., Şahin, S. and Sıcaker, A. (2013). The effect of protein synthesis game in the class on the students' understanding the subject of protein synthesis. In 5th World Conference on Educational Sciences, Sapienza University.
- Özgen, Ö., Güngör, N., Emiroğlu, H. ve Taş, A. S. (2007). College Students' Opinions about Consumer Education and Information Sources towards Biotechnological Applications and Products. 5th International Conference on Communication and Mass Media, Athens, Greece.
- Pardo, R., Midden, C. and Miller, J. (2002). Attitudes toward biotechnology in the European Union. *Journal of Biotechnology*, 98(1), 9-24.
- Prokop, P., Lešková, A., Kubiato, M. and Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895-907.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G., ve Stavy, R. (2005). Understanding molecular genetics through a drawing-based activity. *Journal of Biological Education*, 39(4), 174-178.
- Saygın, Ö. (2009). Öğrenme halkası modelinin lise öğrencilerinin nükleik asitler ve protein sentezi konularını anlamalarına, motivasyonlarına ve öğrenme stratejilerine etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Saez, M. J., Gomez Nino, A., & Carretero, A. (2008). Matching society values: students' views of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 30(2), 167-183.
- Semenderoğlu, F. ve Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 9(8), 751-773.
- Sıcaker, A. (2013). Biyoteknoloji ve gen mühendisliği konusunda ortaöğretim öğrencilerine yönelik Rasch analizi ile ölçek geliştirme. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Eğitimi, Balıkesir.
- Sjöberg, L.(1995). Explaining risk perception: An empirical and quantitative evaluation of cultural theory. Rhizikon: Risk research reports, No. 22. Center for Risk Research, Stockholm, Sweden.
- Sorgo, A. and Ambrozic-Dolinsek, J. (2010). Knowledge of, attitudes toward, and acceptance of genetically modified organisms among prospective teachers of biology, home economics, and grade school in Slovenia. *Biochemistry and molecular biology education*, 38(3), 141-150. doi:10.1002/bmp.2077
- Sparks, P. and Shepherd, R. (1994). Public perceptions of the potential hazards associated with food production and food consumption: An empirical study. *Risk Analysis*, 14(5), 799-806.
- Steele, F. and Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology. *Research in Science Education*, 34(4), 365-387.
- Tanır, S. (2005). Çukurova Üniversitesi Birinci Sınıf Fen Grubu Öğrencilerinin "Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği" Konusundaki Bilgilerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Thieman, W. J. and Palladino, M. A. (2013). *Biyoteknolojiye giriş*. (Çev: Mücella Tekeoğlu). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Uşak, M., Erdogan, M., Prokop, P. ve Özel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A Turkish experience. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.
- Ün Açıkgöz, K. (1996). *Etkili öğrenme ve öğretme*. 1. Baskı. İzmir: Kanyılmaz Matbaası.

- Weiner, J. (2007). Measurement: reliability and validity measures. Bloomberg School of Public Health, Johns Hopkins University, mimeo (Power Point Presentation) at [http://ocw.jhsph.edu/courses/hsre/PDFs/HSRE\\_lect7\\_weiner.pdf](http://ocw.jhsph.edu/courses/hsre/PDFs/HSRE_lect7_weiner.pdf). <http://jae.oxfordjournals.org>.
- Yakışan, M., Yel, M., ve Mutlu, M. (2009). Biyoloji öğretiminde bilgisayar animasyonlarının kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 10(2), 129-139.
- Yumuşak, A., ve Aycan, Ş. (2002). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli çalışmanın faydaları; Demirci (Manisa)'de bir örnek. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, (16), 197-204.
- Yüce, Z. ve Yalçın, N. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoteknoloji konusundaki bilgi düzeyleri. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Niğde Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Niğde.

## *Evaluation of Biotechnology and Genetic Engineering Concepts by Students*

Aysun Sıcaker<sup>i</sup>, Serap Öz Aydın<sup>ii</sup>

**Extended Abstract:** The implementations of biotechnological sciences date back to old times. Archaeological evidence shows that humans utilize some of the biotechnological applications even in those old periods (Akurgal, 1997). The term biotechnology is first used by Ereky in 1919 (Nasim, 2003). Starting from the exploration of the double helix structure of DNA by Watson and Crick in 1953, significant modern implications of biotechnology has accelerated. (Yüce and Yalçın, 2012). Modern biotechnology is now used in so many fields such as pharmacy, medicine, agriculture and food industry as well as environmental protection and human health (Pardo, Midden and Miller, 2002; Sorgo and Ambrozic-Dolinsek, 2010). Therefore, biotechnological studies are of the important developments that have so many good or detrimental effects on our lives (Ho, 2001). The multidisciplinary structure of biotechnology is composed of knowledge that can be perceived as complex for learners which may result some learning difficulties (Thieman and Palladino, 2013). In addition, the rapid improvements in that technologies lead to rapid emergence of different benefits and risks and also increase the importance of biotechnological knowledge and related discussions in our daily lives.

In line with these improvements and challenges, providing adequate biotechnology education in schools gains necessity and importance (Hanegan and Bigler 2009; Steele and Aubusson 2004). Using biotechnology in different many fields also creates this necessity to include the field in educational systems (Saez, Gomez Nino and Carretero, 2008). The voice of societies in shaping the future world in the fields of biotechnology and genetic engineering will definitely be determined by the education they received, the knowledge they possessed and the work they committed. So, it is important to determine the adequateness of the education and the instructional problems related to biotechnology and genetics engineering.

Examining related literature show that, studies are generally focused on determining the attitudes, views and knowledge levels of the risks, the benefits and the acceptability of the biotechnological developments on individuals from different age groups and segments of the society (Dawson and Schibeci, 2003; Gunter, Kinderlerer and Beyleveld, 1998; Lock and Miles, 1993; Masakazu and Macer, 2004; Massarani and Moreira, 2005). Studies related to the biotechnological content knowledge of students imply that they generally have inadequate and inaccurate knowledge of the field (Dawson, 2007; Prokop, Lešková, Kubiato and Diran, 2007; Uşak et. al., 2009; Keskin et. al., 2010). As mentioned in many studies, students have difficulties in conceptual knowledge level. Within this line, the present study aims to determine students' views on the degree of difficulty of some concepts and knowledge in biotechnology and genetic engineering as well as on the book content and on the implementation of the context, which may cause these problems.

The sample of the study is composed of a total of randomly selected 150 11th (80 students) and 12th (70 students) graders who are attending a private teaching institution in the Marmara Region of Turkey. In addition, interviews are conducted with a total of 14 11th (7 students) and 12th (7 students) graders selected from that sample. Data collection tools are 45-item "Biotechnology and Genetic Engineering Concepts Inventory and a semi-structured interview protocol which are developed by the researchers based on the content of the national biology textbook used in Anatolian Schools, Science Schools and Vocational Schools in 2012-2013 school year. There are 45 concepts related to "Biotechnology and Genetic Engineering" in the Inventory. Students are asked to check the "The Concept I know" box if they heard about that concept and to evaluate every unique concept as (1) very hard, (2) hard, (3) normal, (4) easy and (5) very easy in a 5-point-likert scale. Also, unchecked concepts are coded with "0". Obtained data from the inventory are analyzed via SPSS for frequency and percentage distributions. Alpha reliability coefficient of the data scores calculated as .95. Expert views are also showed that the inventory has construct and content validity. 6-question-semi-structured interview protocol is composed of questions focused on the instructional process in order



to determine the reasons of conceptual knowledge problems and it is also checked by two expert biology teachers and three university professors. In addition, it is piloted on 20 students to check the clarity of the questions. The data of the interviews analyzed and examined descriptively by grouping them as themes and sub themes.

The results showed that students find five of 45 concepts which are DNA Fingerprint, DNA Analysis, Genome Project, Stem Cell Treatment and Synthetic Hormones very hard. They evaluated Genome Project, Recombinant DNA Technology, Stem Cell Treatment, DNA Analysis and Interferons as hard concepts. Also, they evaluated Gene Cloning, Reclamation Processes, Biotechnology and Recombinant Technology Products and Gene Transferring as normal to learn concepts. They thought GDO (Transgenic Organisms), Cloning, Biotechnology, Artificial Insemination concepts are easy to learn. Lastly, they evaluated Zygote, Hybridization, Antibiotic, Stem Cell and the effect of GDO products on human health as very easy concepts to learn. Besides, students left bio-security protocol, ethics, polyploidy, synthetic enzymes and synthetic hormones concepts blank.

According to these findings, it is possible to say that students' evaluation of some concepts as easy can be attributed to be exposed to these concepts via media and frequent usage of them in their daily life. Based on the interview findings, it is found that reasons for these concepts to be described as hard take its source from the methods of the teacher and the content in the textbook. Another result from interview finding showed that students prefer a learning method in which they can observe and experience the processes in biotechnology actively. In order to get rid of these learning difficulties, it is important to explain these concepts fully and clearly in textbooks. Also, it is important to visualize the concepts, using current examples to explain them, make students follow the written and visual media for related news, conducting laboratory experiments, using animations, simulations and documentaries in the classroom can be recommended to eliminate the learning difficulties. Supporting teachers to join practical in-service trainings in order have adequate competency to apply the recommended methods and opening ways for teachers to join these trainings actively is thought to be important for biotechnology education in schools.

**Keywords:** Biotechnology Instruction, Biotechnology and Genetic Engineering, Secondary School, Concept Learning