

Makale Gönderim Tarihi: 15.10.2018
Makale Yayımlanma Tarihi: 15.08.2019

Makale Kabul Tarihi: 15.05.2019
Ağustos 2019 • 9(2) • 224-242

Öğretmen Adaylarının GDO ile İlgili Model-Kanıt İlişkisini Değerlendirme Düzeylerinin İncelenmesi

Mehpare SAKA*

Deniz SARIBAŞ**

Öz. Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO), bilimsel içeriğe sahip olmakla birlikte, toplumda olumlu taraflarının yanında olumsuz yönlerinin de olduğuna yönelik iddiaları içeren konulardan biridir. Başka bir deyişle, bunlar toplumda tartışmalı konulardır. Bu bağlamda sosyo-bilimsel konular (SBK) içerisinde olan GDO konusunda bireylerin doğru değerlendirmeler yaparak kararlar verebilmelerinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çelişkili durumlar karşısında bilgiye dayalı doğru ilişkiler kurarak eleştirel bakış açısıyla karar verme önemli bir beceridir. Bu nedenle, bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının GDO ile ilgili model-kanıt ilişki değerlendirme düzeylerini belirlemektir. Araştırma nitel veri toplama aracının kullanıldığı betimsel tarama türünde olup, çalışma grubu, Türkiye'deki bir devlet üniversitesinin Fen bilgisi öğretmenliği bölümü 3. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak Lombardi, Sibley ve Carroll (2013) tarafından, lise fen bilimleri öğretmenleri için gerçekleştirilen çalışmada öğretmenlerin geliştirdiği GDO ile ilgili Model-Kanıt İlişki (MOK) Şeması kullanılmıştır. Verilerin analizinde Lombardi, Bickel, Brandt ve Burg (2016) tarafından geliştirilen rubrikten yararlanılarak, bu makalenin yazarları tarafından araştırma için adapte edilen rubrik kullanılmıştır. Yapılan analizlerde, öğretmen adaylarının GDO konusunda model-kanıt ilişkilerini genelde tanımlayıcı ve ilişkiisel düzeyde değerlendirirken, eleştirel düzeyde değerlendirmelerin yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Model- Kanıt İlişkisi, GDO, Öğretmen adayı

* Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9730-8607>, Dr., Trakya Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği, mehparesaka@gmail.com

** Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4839-7858>, Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, Okul Öncesi Öğretmenliği Programı, denizsaribas@aydin.edu.tr

1. GİRİŞ

Fen eğitiminde ortaya konan programların temel amacı, öğrencilere bilimsel okuryazarlık kazandırmak ve bilimin doğasını kavratmaktır. Bu amaçla birlikte özellikle etik ve ahlaki boyutlarda bilimsel okuryazar olarak yetişen bireylerin hem kişisel hem de toplumsal konularla ilgili karar verme becerilerinin de gelişmiş olması beklenmektedir. Bireylerin bilimsel bilgiye dayanarak bilimsel iddiaları değerlendirebilme ve karar verme becerileri bu anlamda önemlidir (Zeidler, Sadler, Simmons ve Howes, 2005). Bu noktada genelde tartışmalı konular olarak nitelendirilen sosyo-bilimsel konular (SBK'lar); politik, etik ve epistemolojik bir perspektifte bilimsel iddiaların ve argümanların değerlendirilmesi sürecini içermektedir (Kolstø, Bungum, Arnesen, Isnes, Kristensen, Mathiassen, Mestad, Quale, Tønning ve Ulvık, 2006). Bu bağlamda bilimsel okuryazarlık SBK'larda kanıt temelli değerlendirme yapma ve bilimsel bilgiye dayanarak karar verme becerisine sahip olmayı gerektirmektedir.

Ülkemizde 2000 sonrası yapılan Fen Bilimleri Öğretim programları fen-teknoloji-toplum ilişkisi ile birlikte bilimsel okuryazarlık kavramının hedeflerinin bireylere kazandırılmasını amaçlamıştır (MEB, 2000). Bu doğrultuda bireylerin fen-teknoloji-toplum arasındaki ilişkiyi kurarak bilinçli şekilde gündelik hayat içinde bilgi ve becerilerini kullanmalarını sağlamanın gerekliliği vurgulanmıştır. Bunların yanı sıra, bireylerin toplumsal olaylar karşısında da sorumluluk alma, bu sorumluluğu gerçekleştirirken sorgulayıcı bir şekilde düşünüp araştırarak en doğru ve çözüme yönelik kararlar almalarının önemine dikkat çekilerek fene yönelik olumlu tutum ve değerler geliştirmelerinin önemi de belirtilmiştir. Bu doğrultuda bireylerin bilimsel okuryazarlık kapsamında, kültürel ve sosyal olaylarda karar verme süreçlerine katılarak gereken bilimsel bilgi ve becerilerin kazanılması ve kullanılması amacı ile birlikte 2013 ve 2017 Fen bilimleri programlarına araştırma ve sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımı temelinde özellikle günlük hayata entegrasyonu sağlayan SBK'ların programa dâhil edilmesine karar verilmiştir (MEB, 2013; MEB, 2017).

Dünyanın belli başlı fen eğitimi araştırma enstitüleri öğretim sürecine SBK'ları dâhil ederek bilimsel okuryazar birey özelliklerine uygun olarak öğrencilerine bilimsel düşünme alışkanlıklarını kazandırarak, analiz etme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesi amacını (NRC, 1996; Topçu, Muğaloğlu, Güven, 2014) 90'larda programlarına dâhil etmiş olsalar da ülkemizde bu konu ancak 2013 yılındaki programla birlikte ele alınmıştır. Böylece öğrencilerin *"SBK'ları kullanarak muhakeme yeteneğini, bilimsel düşünme alışkanlıklarını ve karar verme becerilerini geliştirmek"* amaçlarının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir (MEB, 2017, s. 9). Bu doğrultuda yapılan öğretimlerle öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayatla bütünleştirerek, gerçek yaşam problemleri ile karşı karşıya kaldığında doğru çözüm yolları üretmek için karar vermelerinin sağlanması amaçlanmıştır.

SBK'lar hem bireysel hem de toplumsal açıdan farklı bakış açıları içerdiği gibi üzerinde kesin karar vermede zorlanılan konulardır. Bu kararın verilmesinde ahlaki ve etik bakış açısının yanı sıra, bilimsel yöntemlerin de etkisi önemlidir (Sadler ve Donnelly, 2006).

Bilimsel okuryazarlığın gerekliliği olan, bireylerin akıl yürütme becerilerini kullanarak etik konularda bilinçli karar verme becerisini kazanmalarını sağlamak yeni yüzyılda bireylerin kazanması beklenen becerileri arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, bireylerin bilgiyi analiz etme, sentezleme ve değerlendirme yapabilmelerini sağlaması amaçlanmaktadır (Zeidler, 2001). Farklı görüş ve yaklaşımları içermesi yanında SBK'larda kesin bir doğru ya da yanlış olmayıp her iki taraf içinde kabul edilebilir ya da reddedilebilir durumlar söz konusudur. Ahlaki ve etik açıdan akıl yürütmeyi ve zıt görüşlerin karşılıklı değerlendirilmesini gerektiren bu konular kesinliği olmayan tartışmalı ve yoruma açık konular (Kolstø, 2001; Sadler ve Zeidler, 2005; Sadler, 2004) olup fikir üretmeyi ve tercih yapmayı gerektiren konuları içermektedir. Nükleer enerji, küresel ısınma, genetiği değiştirilmiş organizmalar, alternatif yakıtlar, klonlama, kök hücreler, gen projeleri gibi tartışmalı durumlar içeren SBK'lar, toplumu etkileyen konulardır ve bireyin karar verme durumunda kalmasına ya da iddialarda bulunmasına sebep olabilmektedir (Dawson ve Venville 2009; Sadler ve Zeidler 2004).

Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)

Tarım, tıp, veterinerlik, biyokimya ve çevre gibi pek çok bilim dalı içerisine giren biyoteknoloji sadece bir araştırma alanı olmayıp günlük hayatımız içinde beslenme, kullandığımız eşyalar ve evcil hayvanlar gibi pek çok alana girmiştir. Biyoteknoloji araştırmaları içerisinde özellikle genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) konusu özel bir alan olarak en fazla tartışılan konulardan biri durumundadır. Canlıların gen diziliminin biyoteknolojik yöntemlerle oynanarak özelliklerinin değiştirilmesi ya da mevcut özelliklerinin yanında yeni özellikler kazandırılması olarak tanımlanan GDO konusu hem ülkemizde hem de dünyada oldukça çok tartışılmaktadır (Kulaç, Ağirdil ve Yakın, 2006). Organizmanın var olan yapısı ile oynayarak, organizmayı değişime uğratmak ya da ona farklılık getirmek bir yandan yarar sağlarken bir yandan da bu uygulamanın zararlarının olması nedeniyle hem bilimsel hem de etik açıdan farklı bakış açıları olduğu görülmektedir (Costa-Font, Mossialos, 2007; Pusztai, Bardocz ve Ewen, 2003). GDO konusunda yapılan çalışmalar sonucunda, GDO'ların besin kalitesi ve sağlığını artırarak meyve ve sebzelerin kullanım sürelerinin uzaması ve organoleptik kalitesinin iyileştirilmesinin yanında, hayvansal ve bitkisel ürünlerde verim artışının sağlanması, hastalık tedavisi ve organ nakline katkısı ve çevre açısından birçok faydası olduğu şeklinde görüşler bulunmaktadır (Demir ve Düzleyen, 2012). Buna karşılık, besinlerdeki değişiklikten kaynaklı alerjik reaksiyonlar ve toksik etkilerin yanında, çevresel açıdan olumsuz etkileri olabileceğine yönelik görüşler de bulunmaktadır. Bu farklı görüş ve tartışmalar, GDO konusunun sosyo-bilimsel içerikte yer almasına neden olmaktadır. GDO'nun hayatımızın her noktasında yer alması nedeniyle siyasal, sosyal, ekonomik ve ekolojik açıdan toplumu pek çok noktada etkileyen bir konu olduğu söylenebilir.

Toplumu ve geleceğimizi etkileyen konularda bireylerin farkındalıklarının artırılmasında eğitimin önemli bir etkisi vardır. Gelişen teknoloji ve bilimsel bilgi artışı ile birlikte ortaya çıkan pek çok sosyo-bilimsel konudan biri olan GDO konusu da bu

gelişmelerden olumlu ya da olumsuz etkilenmektedir. Bu yüzden öğretim programlarına bu konuların dâhil edilmesi bir ihtiyacın ötesinde zorunluluk haline dönüşmüştür. Çünkü öğrenciler günlük yaşam içerisinde özellikle medya etkisiyle yaşamlarını doğrudan etkilemeye başlayan bu konuların içerisinde yaşamaktadır. Dolayısıyla bireylerin bu konulara yönelik akıl yürütme sürecinde özellikle doğru bir değerlendirme yapabilmek adına eleştirel bir bakış açısıyla bilimsel bilginin sağlıklı bir şekilde kullanılmasını zorunluluk haline dönüştürmektedir.

Ülkemizde eğitim süreci içerisinde GDO konusunda yapılan çalışmalara bakıldığında genelde öğretmen adayları ve öğrencilerin GDO konusundaki bilgi düzeyleri, tutum ve düşünceleri üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının GDO konusundaki bilgi düzeyi üzerine yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının genelde yetersiz bilgi sahibi olduğu (Soysal, 2012; Sönmez ve Kılınç, 2012; Türkmen, Pekmez ve Sağlam, 2017) sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, Türkmen, Pekmez ve Sağlam (2017) yaptıkları çalışmanın sonucunda GDO konusunda bilgi edinme yollarının, temel bilimler olan fizik, kimya ve biyoloji alanlarının yanısıra, özellikle görsel ve sosyal medya ile arkadaş ve aile çevresinin etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Demir ve Düzleyen (2012), 8. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin GDO ile ilgili kavram yanlışlığına ve yanlış bilgilere sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Özden, Akgün, Çinici, Gülmez ve Demirtaş (2013) bu sonucu kendi çalışma verilerinde de elde etmiştir. Bununla birlikte GDO konusunda bilgi edinme kaynağı olarak televizyon, aile ve öğretmeni göstermişlerdir. Bu sebeple de GDO'lu ürünlerin genelde zararlı ürünler olarak algılandığı görülmektedir (Özden, Akgün, Çinici, Gülmez ve Demirtaş, 2013; Bilen ve Özel, 2012). Lise öğrencileri ile yapılan bir diğer çalışmada da yine kavram yanlışlarının olduğu ve genelde GDO'ya yönelik olumsuz görüşte oldukları belirlenmiştir (Gürbüzöğlü Yalmanlı, 2016). İlköğretim 8. sınıf öğrencileri ile yapılan birkaç çalışma sonucunda da öğrencilerin GDO konusunda kavram yanlışlığına sahip oldukları ve bilgilerinin yeterli olmadığı belirlenmiştir (Demir ve Düzleyen, 2012; Özden ve diğ., 2013).

GDO konusunda yapılan çalışmaların temelde, öğrencilerin bilgi ve kavramalarının yanında GDO konusuyla ilgili olarak yararlandıkları bilgi kaynaklarını araştırdıkları görülmektedir. Fakat öğrencilerin bu kaynaklarda sunulan kanıtlarla argümanlar arasındaki ilişkiyi değerlendirme düzeylerine yönelik araştırmalara literatürde pek rastlanmamaktadır. Öğrencilerin ve özellikle öğrencileri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının bu ilişkiyi değerlendirme düzeylerinin belirlenmesi hem GDO hem de diğer SBK'ların öğretmen yetiştirme programlarında nasıl işlenmesi gerektiği konusunda eğitimcilere ışık tutacaktır.

Model-Kanıt (MOK) İlişki Şeması

Fen eğitiminde SBK'ların ele alınması üzerine yapılan çalışmalardan, bilimsel okuryazarlığının amaçlarından biri olan bireylerin farklı açılardan bakabilme ve çözüm üretebilme becerilerinin gelişiminde etkili olduğu (Sadler ve Zeidler, 2004) ve çelişkili durumundan kaynaklandığı için SBK'ların bireylerin kendi düşüncelerini

değerlendirebilme ve karar verme süreçlerini geliştirdiğine (Osborne, Erduran ve Simon, 2004) yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Burada önemli olan nokta, değerlendirme yaparken bireyin eleştirel bir bakış açısıyla hareket edebilmesi ve bu süreçte verileri doğru değerlendirebilmesidir. Dolayısıyla eleştirel değerlendirme becerisi, farklı kanıt ve açıklamaların, aralarındaki ilişkilerin tespit edilerek değerlendirilmesi becerisine bağlıdır (Lombardi, Sibley ve Carroll, 2013). Bu becerilerin gelişmesinde öğretim sürecinin yönlendiricisi olan öğretmenlerin alan bilgisi yanında kanıta dayalı öğrenme sürecini değerlendirebilme ve uygulayabilme becerilerinin de gelişmiş olması gerekir (Bruniges, 2005; Hmelo-Silver, Duncan ve Chinn, 2007).

Kanıtlar ile alternatif modeller arasındaki ilişkileri değerlendirme becerisini geliştiren MOK İlişki Şeması, Ulusal Fen Kurumu (National Science Foundation – NSF) tarafından desteklenen PRACCIS (Promoting Reasoning and Conceptual Change in Science) projesi kapsamında, proje ekibi (Chinn ve Buckland, 2012) tarafından Rutgers Üniversitesi'nde ortaokul öğrencileri için yaşam bilimleri dersinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

Çeşitli çalışmalar MOK İlişki Şemalarının, kanıtlar ve alternatif modeller arasındaki ilişkiler açısından öğrencilerin değerlendirme ve argümantasyon becerilerini geliştirdiğini göstermiştir (Chinn ve Buckland, 2012; Lombardi, Sinatra ve Nussbaum 2013). Bu şemalar, öğrencilere bilimsel olan açıklamalarla bilimsel olmayanları karşılaştırıp değerlendirme yapma olanağı sunmaktadır. Bununla birlikte, MOK İlişki Şeması kullanarak, öğrencilerin özellikle SBK'larda kanıt-model ilişkisini değerlendirme becerilerini araştıran çalışmalara pek rastlanmamaktadır. Bireylerin eleştirel düzeyde bakış açısına sahip bir şekilde değerlendirme ve karar verme becerilerinin gelişmesinde öğretmen etkisi göz ardı edilemez. Bu durumda öğretmenlerin öğrencilere bu bilgi ve becerileri kazandırması için kendilerinin de sadece konu hakkında bilgi sahibi değil, aynı zamanda iyi bir uygulayıcı olarak bakış açısına sahip olması gerekir. Bu şemaların kullanımı yoluyla öğretmen adaylarının GDO konusunda değerlendirme düzeylerinin belirlenmesi, onların eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi açısından eğitimciler için yol gösterecektir. Bu bağlamda bu çalışma, öğretmen yetiştirme programlarında yer alan derslerin yapılandırılması konusuna ışık tutacaktır. Bu çalışmada geleceğin öğretmeni olacak öğretmen adaylarının GDO ile ilgili farklı modelleri ne düzeyde değerlendirdikleri incelenmiş olup araştırmanın araştırma sorusu aşağıdaki oluşturulmuştur.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının GDO ile ilgili model-kanıt ilişkisini değerlendirme düzeyleri nedir?

2. YÖNTEM

Temel yorumlayıcı nitel araştırma deseni (Merriam, 2002) ile gerçekleştirilen araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının SBK'dan biri olan GDO konusunda nasıl değerlendirme yaptıklarını ortaya koymak üzere kurgulanmıştır. Bu tür bir araştırma deseni, insanların yaşamda karşılarına çıkan bilgi, beceri ya da duruma yönelik nasıl yorum yaptıklarını ve deneyimlediklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır (Merriam,

2013). Bu yönüyle bu araştırmada öğretmen adaylarının edindikleri bilgileri nasıl analiz ettikleri ve nasıl yorumlar çıkardıkları tespit edilerek betimlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu 23'ü kadın, 3'ü erkek 26 fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adayları İngilizce eğitim veren bir devlet üniversitesinin 3.sınıfına dâhildir. Çalışma 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Fen Eğitiminde tartışmalı Konular dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları bu ders kapsamından önce lisans programları dâhilinde Fizik, Kimya ve Biyoloji alan bilgisi konusunda dersleri almışlardır. Bununla birlikte öğretmen adayları Öğretimin İlke ve Yöntemleri, Eğitim Psikolojisi ve Fen Eğitiminde Laboratuvar Uygulamaları gibi pedagojik bilgiye yönelik dersler de almışlardır.

Veri toplama aracı

Fen bilimleri öğretmen adaylarının GDO ile ilgili model-kanıt ilişkisini değerlendirme düzeylerini belirlemek amacıyla Lombardi, Sibley ve Carroll (2013) tarafından, lise fen bilimleri öğretmenleri için gerçekleştirilen çalıştayda bu öğretmenlerin geliştirdiği MOK ilişki şemaları kullanılmıştır. Bu makalede sunulan araştırmaya katılan öğretmen adayları İngilizce olarak eğitimlerine devam ettikleri için uygulanan veri toplama araçları da orijinal dilinde yani İngilizce olarak öğretmen adaylarına sunulmuştur. Veri toplama aracı olarak verilen GDO ile ilgili MOK şemasında yer alan model ve kanıtlar bu çalışmanın araştırmacıları tarafından bu makalede sunulmak üzere Türkçeye çevrilmiştir.

MOK şeması iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde iki alternatif model ve bu alternatif modeller için oluşturulan 4 tane kanıt ifadesi yer almaktadır. Şekil 1 ve Şekil 2'de MOK ilişki şemasının bölümleri sunulmuştur.

Şemanın ilk sayfasının ortasında aşağıdaki iki alternatif model bulunmaktadır.

Model A: Genetiği değiştirilmiş organizmalar topluma yararlıdır.

Model B: Genetiği değiştirilmiş organizmalar topluma yararlı değildir.

Aşağıdaki beş farklı kanıt ise modellerin çevresine yerleştirilmiştir.

Kanıt 1: Bitki hastalıklarına neden olan birçok virüs, mantar ve bakteri vardır.

Kanıt 2: Beklenmedik don, duyarlı fideleri yok edebilir. Bir soğuk su balığından alınan antifriz geni tütün ve patates bitkilere aktarılabilir.

Kanıt 3: Çalışmalar, B.t. (*Bacillus thuringiensis*) mısırından alınan polenin kral kelebeğinde yüksek oranda ölüme neden olduğunu göstermektedir.

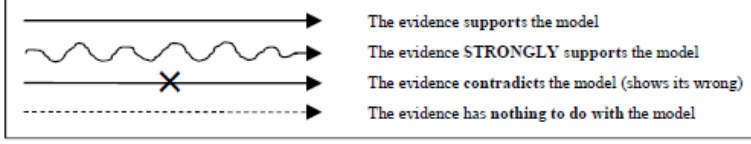
Kanıt 4: Bitki haşerelerinden kaynaklanan ekin kayıpları şok edici olabilir ve çiftçilerde büyük finansal kayıplarla, gelişmekte olan ülkelerde ise açıktan ölümlerle sonuçlanabilir.

Kanıt 5: İlaçlar ve aşular çoğunlukla çok maliyetlidir ve bazen üçüncü dünya ülkelerinde kolaylıkla sağlanamayacak olan özel depolama koşulları gerektirebilir.

Name: _____ Period: _____

Directions: draw two arrows from each evidence box. One to each model. You will draw a total of 10 arrows.

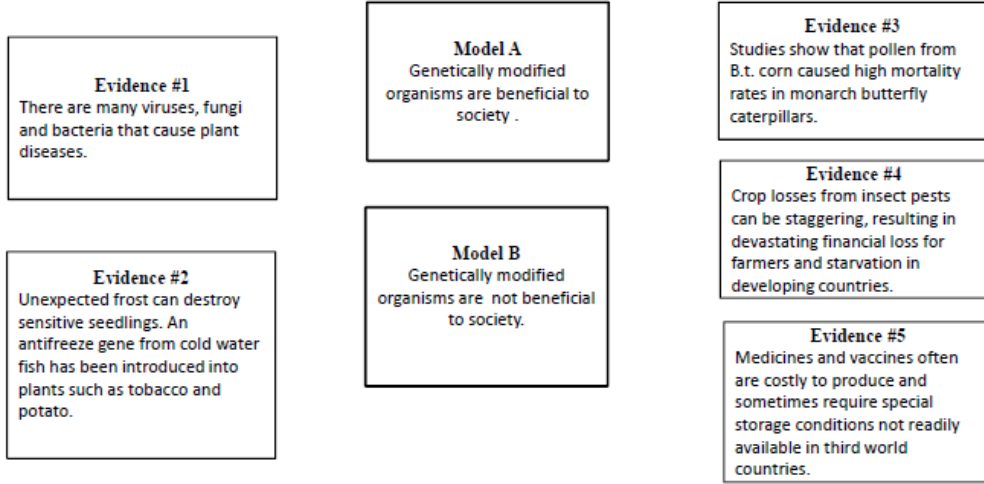
Key:



Standards: L.12.A.1-2

Standard: L.12.B.3

Standards: N.12.B.1-4



Şekil 1. MOK İlişki Şeması (Lombardi, Sibley ve Carroll, 2013)

Şemada sunulan kanıtların ayrıca açıklayıcı bilimsel açıklamalı metinleri bulunmakta ve model-kanıt ilişkisi kurulmadan önce bu metinlerin katılımcılar tarafından okunması sağlanmıştır. Katılımcılara sunulan bu metinler bilimsel ve hakemli dergilerden alınan makale özetlerinin yanı sıra, kaynağı bilinmeyen çeşitli yazıları da içermektedir. GDO için geliştirilmiş bu MOK Şeması öğretmenler için geliştirilmiş bir mesleki gelişim sayfasında bulunmaktadır (http://rpd.net/adm/uploads/news/sciencedis/newsletter_322.pdf). Katılımcılar model ve kanıtlar arasındaki ilişkileri değerlendirirken bu sayfada paylaşılmış olan metinleri göz önünde bulundurmışlardır.

Katılımcılara Kanıt 1 olarak sunulan metin, papaya genom projesinden ve Hawai'deki papayaların %80'inin genetiğinin değiştirilmiş olduğundan söz etmektedir. Metinde ayrıca hastalıklı ve sağlıklı papaya resimleri sunulmuş ve hastalığın papayanın gelişimini önlediği belirtilmiştir.

Katılımcıların Kanıt 2 olarak değerlendirmeleri gereken metin ise hassas tohumların don zararından etkilendiğinden ve bunu önlemek amacıyla bir soğuk su balığından antifriz geninin alınıp tütün ve patates tohumlarına aktarıldığından söz edilmektedir.

Kanıt 3 olarak katılımcıların değerlendirdiği metin ise Nature dergisinde yayınlanan ve Bacillus thuringiensis bakterisinin tırtıl ölümlerine neden olduğunu vurgulayan makaleden söz etmektedir. Makalede Bt bakterisinin genlerinin mısır tohumuna aktarıldığı, ipekotuna aktarılmadığı ayrıca belirtilmektedir. Bu durum polenlerin mısırdan tohumlara rüzgâr yoluyla ulaşmış olmasına bağlanmaktadır. Metinde bu

çalışmanın, hükümet kaynaklı olmayan başka kurumlar tarafından tekrarlandığı, fakat aynı sonuca ulaşılmadığı, bu durumda orijinal çalışmanın hatalı olabileceği de belirtilmiştir. Metinde bu iki farklı bulgu nedeniyle sert tartışmalar yaşandığından söz edilmektedir.

Kanıt 4 olarak sunulan metin böcek zararlıları nedeniyle ekin kayıplarına değinilmiş ve bunu önlemek için Bt bakterisinin genlerinin tohumlara nasıl aktarıldığı anlatılmış ve bunun mısırların dayanıklılığı arttırdığı vurgulanmıştır.

Kanıt 5 olarak katılımcılara sunulan aşılama yoluyla Hepatit B'ye dayanıklı muz yetiştirme konusundaki etik sorunları tartışan bir makel özeti sunulmuştur. Bu makalede üreticiler, bilim insanları, politikacılar, sivil toplum kuruluşları, medya ve dini gruplar olmak üzere farklı kesimlerden insanların görüşlerinin alındığını belirtilerek aşına olanlar, yararları inkâr edenler, etik açıdan kabul edenler ve risk algısı ifade edenler olmak üzere dört farklı etik boyut öne sürmüşlerdir.

Katılımcılardan metinleri okuduktan sonra grup arkadaşlarıyla birlikte bu iki alternatif model ile beş farklı kanıt arasında dört farklı ilişkiden birine karar vermeleri istenmiştir. Kanıt modeli destekliyor (D) ise düz çizgi; kuvvetle destekliyor (KD) ise dalgalı çizgi; kanıt modelle çelişiyor (Ç) ise düz çizgi ve üzerinde çarpı işareti; kanıtın modelle ilgisi yok (İY) ise kesikli çizgi çizmeleri beklenmiştir. Katılımcılar modeller ve kanıtlar arasında toplam 8 ilişki vardır.

Katılımcılara veri toplama sürecinde tarım zararlılarına yönelik şu bilgiler sunulmuştur; Tarım ürünleri zararlılarına karşı mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmakta olup son yıllarda tarlalarda genetiği değiştirilmiş mısır tohumlarına geniş yer verilmektedir. Bacillus thuringiensis bakterisinin genleri aktararak bitkinin böceklerle karşı direncinin artırılması da bu yöntemlerden biridir (İnce, Bahadıroğlu, Toroğlu ve Bozdoğan, 2013). Bu bilgi sunulduktan sonra, şemadaki model-kanıt ilişkilerini kurmaları ve bu ilişkilere yönelik açıklamaları yapabilmeleri için bu bilginin yeterli olduğu ifade edilmiştir.

Şemanın ikinci bölümünde ise katılımcılardan birinci bölümde oluşturulan Model-Kanıt ilişkileri arasından istedikleri üç tanesinin seçilerek kurulan ilişkinin nedeninin açıklanması istenmiştir. Şemanın ikinci sayfasının en altında akla uygunluk değerlendirmesi bulunmaktadır. Aşağıda MOK şemasının ikinci bölümü sunulmuştur:

Provide a reason for three of the arrows you have drawn. Write your reasons for the three most interesting or important arrows.

- Write the number of the evidence you are writing about.
- Circle the appropriate descriptor (strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with).
- Write the letter of the model you are writing about.
- Then write your reason.

1. Evidence # ____ strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model ____ because:

2. Evidence # ____ strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model ____ because:

3. Evidence # ____ strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model ____ because:

Şekil 2. MOK İlişki Şemasına Yönelik Açıklama Sayfası (Lombardi, Sibley ve Carroll, 2013)

Verilerin Değerlendirilmesi

Öğretmen adaylarının kurduğu ilişkilere yönelik olarak yaptıkları açıklamalar Lombardi, Bickel, Brandt ve Burg (2016) tarafından hazırlanmış MOK şeması Tablo 1'de verilen değerlendirme rubriğinden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1.

Model-Kanıt ilişki değerlendirme düzeyleri

Kategori	Tanım	Puan
Hatalı değerlendirme	Eleme mantığıyla kanıt ve model arasındaki ilişkiyi yanlış kuran bir açıklama yapılmıştır. Açıklama bilimsel anlayışla tutarsız ve/veya anlamsız önermeler içermektedir.	1
Tanımlayıcı değerlendirme	Doğru ilişki kurularak bir açıklama yapılmış, fakat açıklama herhangi bir ayrıntı içermemekte ya da kanıtı doğru bir şekilde yorumlayan herhangi bir ilişki belirtilmemiştir. Örneğin, kanıtın modelle ilişkisinin hiç olmadığı durumda açıklamada, kanıtın ana hatları ile modeller açık bir şekilde ayırt edilemiyor olabilir. Kanıtın modelle ilişkisinin olmadığı durumda açıklamalar, "eleme mantığı" ile olumlu ya da olumsuz sonuca varılarak yapılmış olabilir. Örneğin, açıklamada kanıtın bir modeli desteklediği belirtilmiş, fakat yorum yapılırken diğer modelle çeliştiği kanıt olarak öne sürülmüştür.	2
İlişkili değerlendirme	Açıklamada metin benzerliklerine vurgu yapılmış ve hem belirli bir kanıttan söz edilmiş, hem de modelle ilişkisi doğru bir şekilde kurulmuş ya da modele gönderme yapılmıştır. Örneğin, açıklama doğru ve modelle ilişkisi (KD, D, Ç ya da	3

	İY) doğru olarak kurulmuştur. Açıklamada kanıtın ana hatları ile modeller açık bir şekilde ayırt edebiliyor, fakat ilişkilendirme sadece metin benzerliğine dayanarak yapılmış olabilir.
Eleştirel değerlendirme	Nedensel bir ilişki kurularak açıklama yapılmış ve/veya kanıtla model arasındaki belirlenen ilişki anlamlandırılmıştır. Örneğin, doğru açıklamanın modelle ilişkisi doğru bir şekilde kurulmuş ve kanıtla model arasındaki değerlendirmenin ayrıntılı bir şekilde yapıldığını gösteren derin zihinsel bir süreç gerçekleştirilmiştir. Açıklamada kanıtın ana hatları ile modeller açık bir şekilde ayırt edebiliyor ve alternatif modeller de incelenerek daha üst düzey bağlantılar kurulmuştur.

Bu rubrik araştırmacılar tarafından Türkçeye çevrilip bu çalışmaya adapte edilmesiyle oluşturulmuştur. Orijinal rubrik, model-kanıt ilişki değerlendirme düzeyleri ile model ve kanıtlar arasındaki ilişkinin doğru değerlendirilip değerlendirilmediğini içermektedir. Fakat Lombardi, Sibley ve Carroll (2013) tarafından, lise fen bilimleri öğretmenleri için gerçekleştirilen çalışmada bu öğretmenlerin GDO için geliştirdiği MOK ilişki şemasında model ve kanıt arasındaki doğru ilişkiler belirlenmemiştir. Bu çalışmada da aynı şekilde, model ve kanıtlarla ilişkili doğru ilişkileri belirlemek yerine, öğretmen adaylarının bu ilişkileri kurarken yaptıkları değerlendirmeler temel alınmıştır. Orijinal rubrik doğru ilişkileri de değerlendirmeye alarak hazırlanmış olduğu için bu çalışmada rubrik sadece Türkçeye çevrilmemiş, aynı zamanda bu çalışmaya uyarlanmıştır. Bu uyarlama yapılırken, rubrikteki değerlendirme ölçütleri ve kategorileri hiç değiştirilmeden, sadece model-kanıt ilişkisinin doğru ya da yanlış olduğuna yönelik ifadeler, model-kanıt ilişkisinin açıklamasının tutarlı yapılıp yapılmadığı göz önünde bulundurularak değiştirilmiştir. İlişki ve açıklama arasındaki tutarlılık, öğretmen adayının model ve kanıt arasında nedensel bir ilişki kurulması ve bu ilişkinin anlamlandırılması ile ilişkili olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarına verilen MOK ilişki şeması Lombardi, Sibley ve Carroll (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmaya katılan öğretmenler tarafından geliştirildiği ve bu geliştirilen şemada model-kanıt ilişkileri bir uzman tarafından değerlendirilmediği için adapte edilen rubrikte model-kanıt ilişkilerinin doğru ya da yanlış olduğu ifadeleri kullanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının GDO ile ilgili model-kanıt ilişkisini değerlendirme düzeylerini belirlemek olduğu için doğru ilişkileri tespit etmek çalışmanın kapsamına alınmamıştır.

Tablo 2.

Adapte edilmiş Model-Kanıt ilişki değerlendirme rubriği

Kategori	Tanım	Puan
Hatalı değerlendirme	Açıklamada kanıt olarak sunulan bilgiye hiç değinilmemiş ya da metinde sözü edilen bir bilginin bir kısmıyla ilişki kurulup metnin ana fikri gözden kaçırılmıştır. Açıklama bilimsel anlayışla uyuşmayan, tutarsız ve/veya anlamsız önermeler içermektedir.	1
Tanımlayıcı değerlendirme	Kurulan ilişki ve açıklama tutarlı görünmekte, fakat açıklama herhangi bir detaylandırma içermemektedir. Örneğin, kanıt için yapılan açıklamanın modelle ilişkisi açık bir şekilde ayırt edilemiyor olabilir. Kanıtın modelle ilişkisinin olmadığı yargısı "eleme mantığı" ile olumlu ya da olumsuz sonuca varılarak yapılmış olabilir. Örneğin, açıklamada kanıtın bir modeli desteklediği belirtilmiş, fakat yorum yapılırken diğer modelle çeliştiği kanıt olarak öne sürülmüştür.	2
İlişkili değerlendirme	Açıklamada metin benzerliklerine vurgu yapılmış ve hem belirli bir kanıttan söz edilmiş, hem de modelle ilişkisi tutarlı bir şekilde kurulmuştur. Açıklamada kanıtın ana hatları ile modeller açık bir şekilde ayırt edebiliyor, fakat bu açıklama sadece metin benzerliğine dayanarak ilişkilendirme bağlamında yapılmış olabilir.	3
Eleştirel değerlendirme	Nedensel bir ilişki kurularak açıklama yapılmış ve/veya kanıtla model arasındaki belirlenen ilişki anlamlandırılmıştır. Örneğin, açıklamanın modelle ilişkisi tutarlı bir şekilde kurulmuş ve kanıtla model arasındaki değerlendirmenin ayrıntılı bir şekilde yapıldığını gösteren derin zihinsel bir süreç gerçekleştirilmiştir. Açıklamada kanıtın ana hatları ile modeller açık bir şekilde ayırt edebilmektedir. Bunun yanı sıra, alternatif modeller de göz önünde bulundurularak model ve kanıtlar arasında daha üst düzey bağlantılar kurulmuştur.	4

Farklı araştırmacıların belirli bir duruma ait veriyi belirli kategoriler içerisinde kodlayarak bu kategorilerde ve kodlarda görüş birliğine varması nitel araştırmalarda güvenilirliği sağlamanın bir yolu olarak kabul edilmektedir (Silverman, 2018; Glesne, 2012). Bu çalışmadaki verilerin analizinde de öncelikle araştırmacılar hazırlanan rubriği kullanarak birbirinden bağımsız olarak değerlendirme yapmışlardır. Bağımsız değerlendirmelerin ardından bir araya getirilen değerlendirme sonuçları

karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu uyumsuz olan değerlendirilmeler üzerine araştırmacılar arasında fikir birliği sağlanana kadar değerlendirmelere devam edilerek görüş birliği (Creswell, 2013) sağlanmaya çalışılmıştır. Yine güvenilirliği sağlamak amacıyla (Merriam, 1998; Silverman, 2018), varılan sonuçlara kanıt niteliğinde, öğretmen adaylarının yazılı açıklamalarından örnekler sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, MOK ilişki şeması kullanılarak fen öğretmen adaylarının GDO ile ilgili model-kanıt ilişki değerlendirme düzeyleri incelenmiştir. Bu amaçla, öncelikle öğretmen adaylarının, destekliyor, kuvvetle destekliyor, çelişiyor ya da ilgisi yok şeklinde her bir model ve kanıt ilişkisini kurması istenmiş, ardından bu ilişkilerden üçünü seçerek açıklamaları istenmiştir. Bu açıklamalar Lombardi, Bickel, Brandt ve Burg (2016) tarafından hazırlanmış MOK şemasının bu çalışmaya adapte edilmiş olan rubriği yoluyla değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının model-kanıt ilişkisine yönelik yaptıkları açıklamaların analizleri Tablo 3'te sunulmuştur. Tabloda MOK ilişkilerinin her biri MA ve MB (Model A ve B) ile K1, K2, K3, K4 ve K5 (Kanıt 1, 2, 3, 4 ve 5) için ayrı ayrı, sadece baş harfleri yazılarak verilmiştir (örneğin, MAK1, MBK1, vb.).

Tablo 3.

Öğretmen adaylarının Model-Kanıt İlişkisi açıklamalarının rubrik değerlendirilmesi

	Açıklama Puanları								
MOK İlişkisi	1. grup	2. grup	3. grup	4. grup	5. grup	6. grup	7. grup	8. grup	9. grup
MAK1	4	3	3	3		3	3		3
MBK1								3	
MAK2		3	3	3	2	3			
MBK2	4								3
MAK3									
MBK3	1	1	1	1			1	1	2
MAK4						1			
MBK4					2	1			
MAK5					1		1	1	
MBK5					1				

Toplam Puan	9	7	7	7	5*	7*	5	5	8
-------------	---	---	---	---	----	----	---	---	---

* 5. Grup K5'i, 6. Grup ise K4'ü her iki modelle ilişkilendirerek açıkladığı için tabloda gösterilmiştir. Fakat diğer gruplarla karşılaştırmak açısından sorun yaratmaması için toplam sayı belirtilirken sadece biri göz önünde bulundurulmuştur.

Bu tabloda da görüldüğü gibi, sadece bir grup seçtikleri model-kanıt ilişkilerinden ikisine yönelik eleştirel düzeyde bir değerlendirme yapmışlardır. Beş grup kurdukları ilişkilerden ikisini ilişkili değerlendirme düzeyinde açıklamış, iki grup ise tek bir ilişkiyi ilişkili düzeyde değerlendirmiştir. Bir grup iki ilişkiyi tanımlayıcı düzeyde değerlendirirken bir grup ise bir ilişkiyi açıklarken yine tanımlayıcı düzeyde değerlendirme yapmıştır. Bu sonuçlar öğretmen adaylarının, GDO ile ilgili olarak hazırlanmış MOK ilişki şemasındaki model-kanıt ilişkilerini çoğunlukla eleştirel düzeyde değerlendiremediğini göstermektedir. Öğretmen adayları bu ilişkileri genellikle tanımlayıcı ve ilişkili düzeyde değerlendiriyor gibi görünmektedirler.

Öğretmen adaylarının model-kanıt ilişkilerini değerlendirme düzeyleri tespit edildikten sonra bu ilişkilere yönelik açıklamaları daha derinlemesine araştırılmıştır. Eleştirel düzeyde değerlendirme örnekleri incelendiğinde, sadece tek bir grubun (1. Grup) bu düzeyde bir değerlendirme yaptığı ve ilişkileri açıklarken hem destekleyen hem de çelişen kanıtlardan söz ettiği, argüman ve karşı-argümanın önemini vurguladığı görülmüştür. Bu grubun MOK ilişki değerlendirme örneği Şekil 1'de verilmiştir.

1. Evidence # 1 strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model A because: this text is ^{only} related with efficiency of agriculture but, it does not include information about contradictory ideas. Hence we use the support rather than strongly support.
2. Evidence # 2 strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model B because: This text does not show us any evidence about unbeneficial sides of GDO.
3. Evidence # 3 strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model B because: according to evidence about damaging of non-target organisms.

Şekil 3. 1. Grubun MOK İlişki Açıklamaları

1.Kanıt 1 Model A'yı desteklemektedir. Çünkü bu metin sadece tarımsal açıdan faydasıyla ilişkilidir, fakat modelle çelişen ifadeler içermemektedir. Bu nedenle, kuvvetle destekliyor ifadesi yerine, destekliyor ifadesini seçtik.

2.Kanıt 2'nin Model B ile ilgisi yoktur. Çünkü bu metin GDO'nun faydalı olmayan yönlerinden söz etmemektedir.

İlişkili değerlendirme örnekleri incelendiğinde, grupların nedensel ilişki kurduğu görülmektedir. Bu tür bir değerlendirme yapan grupların model-kanıt arasında kurduğu ilişki ile yaptıkları açıklamaların birbiriyle tutarlı olduğu görülmektedir. Bu düzeydeki

değerlendirmeye örnek olarak, 2. Grubun MOK ilişki değerlendirme örneği Şekil 2'de verilmiştir.

- D. Then write your reason.
1. Evidence # 1 strongly supports (supports) contradicts | has nothing to do with Model A because: viruses, fungi and bacteria are removed from crops' genes but it is beneficial for humans.
 2. Evidence # 2 strongly supports (supports) contradicts | has nothing to do with Model A because: antifreeze proteins have exceptional properties and its results are beneficial.
 3. Evidence # 3 strongly supports (supports) contradicts | has nothing to do with Model B because: Because Bt toxins kill many species of insect larvae, but in text it's not mentioned about utility of Bt toxin.

Şekil 4. 2. Grubun MOK İlişki Açıklamaları

1.Kanıt 1 Model A'yı desteklemektedir. Çünkü virüsler, mantarlar ve bakteriler, genlerin değiştirilmesinden zarar görürler ve bu insanlara faydalıdır.

2.Kanıt 1 Model B'yi desteklemektedir. Çünkü antifriz proteinleri istisnai özelliklere sahiptir ve bunun sonuçları faydalıdır.

Tanımlayıcı değerlendirme yapan gruplar model-kanıt ilişkisini tutarlı kurmakla birlikte, bu ilişkiyi genel olarak yüzeysel bir şekilde, yeterli bir detaylandırma yapmadan açıklamışlardır. Örneğin, 5. Grup MAK2 ilişkisini açıklarken makalede GDO'ların avantajlarından söz edildiğini söylemiş, fakat bu avantajın ne olduğuna değinmemişlerdir. Bu grubun MOK ilişki değerlendirme örneği Şekil 3'te verilmiştir.

- D. Then write your reason.
1. Evidence # 5 strongly supports (supports) contradicts | has nothing to do with Model A or B because: it is an objective article which puts equal emphasis on advantages and disadvantages and it doesn't assert an opinion.
 2. Evidence # 2 strongly supports (supports) contradicts | has nothing to do with Model A because: it only explains the advantages of Gmo.
 3. Evidence # 4 strongly supports (supports) contradicts | has nothing to do with Model B because: it puts more emphasis on negative effects in long-term.

Şekil 5. 5. Grubun MOK İlişki Açıklamaları

3.Kanıt 4 Model B'yi desteklemektedir. Çünkü uzun vadedeki olumsuz etkilerini daha çok vurgulamaktadır.

Hatalı ilişki kuran gruplar genel olarak makalede söz edilen birkaç çelişen durumdan sadece birinden söz ettiği için ya da makalede söz edilen bilgiyi anlayamadığı için kurduğu ilişki de anlamsız ya da tutarsız olmuştur. Örneğin, 7. Grup MBK3 ilişkisini açıklarken Bt mısırlarının tırtılların ölümüne neden olduğunu, bu yüzden GDO'ların yararlı olmadığını iddia etmişlerdir. Fakat makalede iki farklı çalışmadan bahsedilmiştir. Makalede söz edilen bir çalışmanın sonucunda, GDO'ların yüksek oranda tırtıl ölümüne neden olduğu bulunmuştur. Fakat makalede aynı zamanda, bu bulgunun ardından tekrarlanan çalışmaların yapıldığı ve bu çalışmanın bulgularının öncekiyle çeliştiği ifade

edilmektedir. Grup çelişen bu iki bulgudan hiç bahsetmemişlerdir. Bu grubun MOK ilişki değerlendirme örneği Şekil 4'te verilmiştir.

1. Evidence # 5 strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model A because:
 * the production of edible vaccine for hepatitis B through the development of transgenic plants could be an alternative for cheaper vaccine.
2. Evidence # 3 strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model B because:
 Bt corn unintentionally causes high mortality rates in monarch butterfly caterpillars.
3. Evidence # 1 strongly supports | supports | contradicts | has nothing to do with Model A because:
 papayas are free of disease due to genetic modification.

Şekil 6. 7. Grubun MOK İlişki Açıklamaları

2.Kanıt 3 Model B'yi desteklemektedir. Çünkü Bt mısırı istemeden tırtılların yüksek oranda ölümüne neden olmaktadır.

Örneklerde de görüldüğü gibi, öğretmen adayları model-kanıt ilişkilerine yönelik açıklamaları nadiren eleştirel düzeyde değerlendirmişlerdir. Bu bulgular ışığında, öğretmen eğitiminde model-kanıt ilişkilerinin sınıf içi tartışıldığı daha çok uygulamanın yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

GDO'lar gibi SBK'lar hakkında karar verebilme, sadece konu ve kavram bilgisi değil, aynı zamanda kanıt ve açıklamalar konusundaki eleştirel değerlendirmeyi de gerektirmektedir (Sinatra ve Hofer, 2016). Bu nedenle, bu tür konularda yazılmış metinler ile argümanlar arasındaki ilişkilerin tartışıldığı yöntem ve tekniklerin sınıf içi uygulamalarının yapıldığı ve bunların sonuçlarının yayınlandığı daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, bu gerekliliği karşılamak üzere, Lombardi, Sibley ve Carroll (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmaya katılan öğretmenler tarafından geliştirilmiş bir MOK şemasını kullanmak suretiyle, fen öğretmen adaylarının model-kanıt ilişkilerini grup halinde tartışarak, bu ilişkileri açıklamaları istenmiş ve bu açıklamalar araştırmacılar tarafından analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın bulguları, öğretmen adaylarının verilen bir metindeki kanıt ile bir argüman ya da karşı-argüman arasındaki ilişkiyi genelde eleştirel düzeyde değerlendiremediğini göstermiştir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının çoğunlukla model-kanıt ilişkilerini tanımlayıcı ve ilişkili düzeyde değerlendirdikleri görülmektedir.

Fen eğitiminin temel amaçlarından biri öğrencilerin sosyal sorumluluk bilinci kazanmasını sağlayacak eleştirel düşünme ve argümantasyon becerilerini geliştirmektir. Bu yolla bilimsel bilginin aktarımının yanı sıra, öğrencilere karar verme becerilerinin de kazandırılması mümkün olmaktadır (Khishfe and Lederman 2007; Kolstö 2006; Sadler, 2011). Kompleks ve tartışmalı konuları içeren SBK'ların derste kullanımı öğrencilerin bilimsel bilgilerini kullanabilmelerine ve aynı zamanda tartışabilmelerine olanak sağlamaktadır (Erduran, Simon, and Osborne 2004; Sadler 2004). Ancak bu çalışma ile

birlikte elde edilen sonuçlara bakıldığında öğretmen adaylarının bu becerilere kısmen sahip olduğu söylenebilir. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının eleştirel düzeyde değerlendirme becerilerini geliştirmeye yönelik uygulamaların ve öğretim araçlarının kullanılması gerektiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarına alternatif argümanların sunulduğu ve bu alternatiflerin tartışıldığı öğretim araçlarının sınıfta kullanılması, öğrencilerin hem konu ve kavramları daha derinlemesine öğrenmesi, hem de bilimsel pratiklere katılması açısından faydalı olabilir (Lombardi ve diğerleri, 2016; 2017).

Christenson ve Rundgren (2015) tarafından orta ve lise öğrencileri için GDO konusunda geliştirilen değerlendirme aracının 2 öğrenciye uygulanması sonucunda her iki öğrencinin de iddia ve gerekçeleri sunabildikleri, ancak bir öğrencinin biyoloji bilgisi ve biyoloji dışındaki alanlardan da yararlanarak karşı argümanlar sunabildikleri gözlenmiştir. Bu çalışma sonucundaki öneriler dikkate alındığında özellikle konu içeriğine ve bağlama uygun şekilde argümanların oluşturulması ve değerlendirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. SBK'larla ilgili karar verme sürecinde bilimsel bilginin yanında ahlaki ve etik değerler ile kültürel bakış açısının da önemli rol oynadığı öne sürülmektedir (Braund ve arkadaşları (2007; Zeidler ve diğerleri, 2002). Zeidler ve diğerleri (2002), bu süreçte üstbilişsel becerilerin kullanıldığı araçların kullanımını önermektedir. Bu çalışma kapsamında kullanılan MOK şemalarının sınıf içinde kullanımı, öğrencilerin GDO gibi SBK'daki metinleri değerlendirme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesini sağlayabilir.

Braund ve arkadaşları (2007), karar vermede gerekli olan argümantasyon ve muhakemenin bilimsel konularda ve SBK'da farklı olduğunu bulmuşlardır. Bu sonucunda çok daha karmaşıktır ve kararlar sadece bilimsel temelden değil ahlaki ve etik düşüncelerden ve kültürel bakış açılarından da etkilenir. Zeidler ve arkadaşları (2005), öğrencilerin birden fazla bakış açısını kendi metabilişsel aktiviteleriyle (örneğin, yansıtıcı düşünme) bütünleştirerek SBK'da mantıklı ve bilimsel kararlar alma konusunda daha yetenekli olabileceği" sonucuna varmıştır.

Bu çalışmada şema katılımcılara orijinal dili olan İngilizce olarak uygulanmıştır. İngilizce dil seviyesi yeterli olmayan gruplarda bu şemanın kullanılması uygun değildir. Bu nedenle, bu şemanın Türkçeye adaptasyonu yapılarak farklı katılımcılara da uygulanması fen eğitimi literatürüne büyük katkı sağlayacaktır. Adaptasyonu yapılırken uzman görüşlerinin alınarak model ve kanıtların yeniden oluşturulması da şemanın geçerlilik ve güvenilirliğini arttıracak ve elde edilecek bulguların daha iyi değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının model-kanıt ilişkilerini değerlendirme düzeyleri incelenmiş, fakat bu ilişkileri doğru bir şekilde değerlendirip değerlendirmedikleri çalışmanın kapsamına alınmamıştır. Bu çalışmada, Lombardi, Sibley ve Carroll (2013) tarafından, lise fen bilimleri öğretmenleri için gerçekleştirilen çalışmada bu öğretmenlerin geliştirdiği MOK ilişki şemaları kullanılmıştır. Öğretmenlerin geliştirmiş olduğu bu şemada kanıt olarak kullanılan bu şemanın kanıt niteliğindeki metinlerinde her iki modeli de destekleyecek türde bilgiler sunulmaktadır. Örneğin, Kanıt 3'te Bt mısır

polenlerinin tırtıl ölümlerine sebep olduğu yönünde olan ve bunu yanlışlayan iki farklı araştırma bulgusundan söz edilmiştir. Bu durum, model ve kanıtlar arasında doğru ilişkilerin belirlenmesini olanaksız kılmaktadır. Bu sınırlılığı gidermek amacıyla, MOK şemalarının sınıf içi kullanımından önce, Türkçe metinler içeren kanıtların kullanılması ve bunlarla modeller arasında doğru ilişkilerin (destekliyor / kuvvetle destekliyor / çelişiyor / ilgisi yok) belirlenmesi önerilmektedir. Bu şekilde geliştirilmiş şemaların kullanımı, öğrencilerin bu ilişkilere yönelik değerlendirmesinin daha derinlemesine incelenmesine yardımcı olacaktır.

Öğretmen adayları GDO gibi tartışmalı bir konuda model-kanıt ilişkisini yeterince eleştirel düzeyde değerlendirmemekle birlikte, bu durum sadece GDO konusu ile mi sınırlı, yoksa başka bir konuda da aynı sorun mevcut mudur? MOK ilişki şemalarının GDO'nun yanı sıra, diğer fen konuları ve SBK'da kullanımı bu soruya cevap verebilir ve öğrencilerin model-kanıt ilişkisini değerlendirme düzeylerine daha derinlemesine bir bakış sunabilir.

Kaynaklar

- Bilen, K. ve Özel, M. (2012). Üstün yetenekli öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik bilgileri ve tutumları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6(2), 135-152.
- Braund, M., Lubben, F., Scholtz, Z., Sadeck, M. ve Hodges, M. (2007) Comparing the effect of scientific and socio-scientific argumentation tasks: lessons from South Africa. *School Science Review*, 88(324), 67-76.
- Bruniges, M. (2005). *An evidence-based approach to teaching and learning*. http://research.acer.edu.au/research_conference_2005/15
- Chinn, C. A. ve Buckland, L. A. (2012). Model-based instruction: Fostering change in evolutionary conceptions and in epistemic practices. K. S. Rosengren, E. M. Evans, S. Brem ve G. M. Sinatra (Ed.), *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (ss. 211-232). New York, NY: Oxford University Press.
- Christenson, N. ve Rundgren, S-N. C. (2015) A Framework for Teachers' Assessment of Socio-scientific Argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 49(2), 204-212.
- Costa-Font, J. ve Mossialos, E. (2007). Are perceptions of risk and benefits of genetically modified food in dependent? *Food quality and preference*, 18(2), 173-82.
- Dawson, V. ve Venville, G. J. (2009). High-school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445.
- Demir, B. ve Düzleyen, E. (2012). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin GDO bilgi düzeylerinin incelenmesi, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (X. UFBMEK), 27-30 Haziran, Niğde, 2012. http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmeK/dosyalar/tam_metin/pdf/2334-29_05_2012-23_42_48.pdf.

- Erduran, S., Simon, S. ve Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Gürbüzöğlü Yalmanlı, S. (2016). Lise öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalara yönelik algılarının belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 89-111.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. ve Chinn, C. A. (2006). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- İnce, H. Ö., Bahadıroğlu, C., Toroğlu, S. ve Bozdoğan, H. (2013). Genetiği Değiştirilmiş Mısır Bitkisinin Bazı Böcek Türlerine Karşı Direnci Üzerine Değerlendirmeler. *Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2(1), 78-89.
- Khishife, R. ve Lederman, N. (2007). Relationship between Instructional Context and Views of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939-961.
- Kılıç, S., Koçak, N., Türker, T., Gürpınar, H. ve Gülerik, D. (2010). Kız üniversite öğrencilerinin organ bağıışı konusundaki tutumları ve bu tutumlarına etki eden faktörler. *Gülhane Tıp Dergisi*, 52, 36-40.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 8, 291-310.
- Kolsø, S. D. (2006). Science Students' Critical Examination of Scientific Information Related to Socioscientific Issues. *Science Education*, 90(4), 632-655.
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tonning, A. S. V. ve Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to SSI. *Science Education*, 90, 632-655.
- Kulaç İ, Ağirdil, Y. ve Yakın, M. (2006). Sofralarımızdaki tatlı dert, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve halk sağlığına etkileri. *Türk Biyokimya Dergisi*, 31(3), 151-5.
- Lombardi, D. (2016). Beyond the controversy: instructional scaffolds to promote. *The Earth Scientist*, 32(2), 5-10.
- Lombardi, D., Bickel, E. S., Brandt, C. B. ve Burg, C. (2016). Categorising students' evaluations of evidence and explanations about climate change. *International Journal of Global Warming*, 12(3/4), 313-330.
- Lombardi, D., Sibley, B. ve Carroll, K. (2013). What's the alternative? Using model-evidence link diagrams to weigh alternative models in argumentation. *The Science Teacher*, 80(5), 36-41.
- Lombardi, D., Sinatra, G. M. ve Nussbaum, E. M. (2013). Plausibility reappraisals and shifts in middle school students' climate change conceptions. *Learning and Instruction*, 27, 50-62.
- MEB (2000). *İlköğretim Okulu Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEB (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 7. Sınıflar) Öğretim Programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara, Milli Eğitim Bakanlığı.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.

- Merriam, S. B. (2002). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (Çev. Turan, S.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press
- Osborne, J., Erduran, S. ve Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Özden, M., Akgün, A., Çinici, A., Gülmez, H. ve Demirtaş, F. (2013). 8. Sınıf öğrencilerinin genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) hakkındaki bilgi düzeyleri ve biyoteknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 94-115
- Pusztai, A., Bardocz, S. ve Ewen, S. W. B. (2003). *Genetically Modified Foods: Potential Human Health Effects*. D'Mello, J. P. F. (Ed.) *Food Safety: Contaminants and Toxin* (ss. 347-372.). UK: CAB International, Wallingford Oxon.
- Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding SSI: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. Sadler, T. D. (Ed.) *Socio-scientific Issues in the Classroom* (ss. 1-9). New York: Springer.
- Spiris, S. (2012). *Archived Issues of Science Dissected*. http://rpd.net/adm/uploads/news/sciencedis/newsletter_322.pdf
- Sadler, T. D. ve Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.
- Sadler, T. D. ve Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463- 1488.
- Sinatra, G. M. ve Hofer, B. K. (2016). Public understanding of science: Policy and educational implications. *Policy Insights from Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 245-253.
- Soysal, Y. (2012). *Sosyobilimsel argümantasyon kalitesine alan bilgisi düzeyinin etkisi: Genetiği değiştirilmiş organizmalar* (Yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Sönmez, A. ve Kılınç, A. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının GDO 'lu besinler konusunun öğretimine yönelik öz yeterlilikleri: bazı psikometrik faktörlerin muhtemel etkileri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6(2), 49- 72.
- Türkmen, H., Pekmez, E. ve Sağlam, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyo-bilimsel konular hakkındaki düşünceleri. *Ege Eğitim Dergisi*, 2(18), 448-475.
- Topçu, M. S., Muğaloğlu, E. Z. ve Güven, D. (2014). Fen eğitiminde sosyobilimsel konular: Türkiye örneği. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(6), 2327-2348.
- Zeidler, D. L. (2001). Participating in program development: Standard. D. Siebert ve W. McIntosh (Ed.), *College pathways to the science education standards* (ss. 18 - 22). Arlington, VA: National Science Teachers Press.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. ve Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socio-scientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357- 377.