



Genetik Kavramlara İlişkin Eğitim Çalışmalarının Meta Analiz Yöntemi İle İncelenmesi

Investigation of Educational Studies on Genetic Concepts with Meta-Analysis

Bahattin Deniz ALTUNOĞLU ^{ID}, Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE,
bdaltunoglu@kastamonu.edu.tr

Hafife BOZDEMİR YÜZBAŞIOĞLU ^{ID}, Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE,
hbozdemir@kastamonu.edu.tr

Sevcan CANDAN HELVACI ^{ID}, Dr. Öğr. Üyesi, Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE,
scandan@kastamonu.edu.tr

Mehmet Altan KURNAZ ^{ID}, Prof. Dr., Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE,
altan.kurnaz@gmail.com

Altunoğlu, B.D., Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., Candan Helvacı, S. ve Kurnaz, M.A. (2020). Genetik kavramlara ilişkin eğitim çalışmalarının meta analiz yöntemi ile incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 643-661.

Geliş tarihi: 16.03.2020

Kabul tarihi: 23.12.2020

Yayımlanma tarihi: 28.12.2020

Öz. Bu araştırmanın amacı, 2000 ile 2016 yılları arasında yayımlanmış alan eğitimi bakımından genetik konu başlığı altında yer alan Türkiye'deki çalışmaları derleyerek sistematik bir şekilde incelemektir. Bu amaca ulaşmak için ulusal ve uluslararası elektronik veri tabanlarında 'genetik', 'kalıtım', 'kromozom', 'gen' ve 'hücre bölünmesi' anahtar kelimelerini ve İngilizce karşılıklarını kullanılarak tarama yapılmıştır. Tarama ile konu alanında 64 makaleye ulaşılmış olmasına karşın bu çalışmalardan 16 tanesinin sonuçlarının birleştirilebilir olduğu belirlenmiştir. Meta analiz için seçilen çalışmalar eğitimsel müdahaleler sınıflandırılması yoluyla analiz edilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre eğitimsel müdahaleler 'Bilgisayar Destekli Öğretim', 'Materyal/Model Kullanımı' ve 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' başlıkları altında yer almaktadır. Genetik konu ve kavramlarına yönelik Türkiye'de yapılan ve araştırmada belirlenen ölçütlere göre meta analizleri yapılan çalışmalarda Bilgisayar Destekli Öğretim'in akademik başarı üzerinde Materyal/Modelin ve bir Öğrenme Ortamı Tasarımının kullanıldığı öğretim ortamlarına oranla daha etkili olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Genetik kavramlar, Meta-analiz, Biyoloji öğretimi.

Abstract. The aim of this meta-analysis is to examine the impact of the educational interventions in the scope of genetics teaching. In this regard, studies, which have been conducted on this subject between 2000-2016 in Turkey, were surveyed in the national and international electronic databases. The survey was conducted by using the keywords "genetic", "inheritance", "chromosome", "gene" and "cell division" in Turkish and English each language separately. At end of the survey, it has been obtained 64 studies which investigated the effect of educational interventions in genetics teaching. However, it was determined that 16 studies were appropriate for the purpose of this study. The remaining studies are not included in the meta-analysis since these researches have reported qualitative data and / or do not report the parameters required for meta-analysis. The selected studies were classified according to the educational intervention types. According to this classification, educational interventions were under the headings of "Computer Assisted Education", "Material / Model Usage" and "Designing a Learning Environment". It was determined that Computer Assisted Instruction is more effective on academic achievement than material / model and a learning environment design.

Keywords: Genetic concepts, Meta-analysis, Biology education.

Extended Abstract

Introduction. Genetics is currently an important source of new developments in applied biological sciences such as medicine, agriculture and biotechnology. In this context, genetics has not only influenced knowledge production in biological sciences, but also changed the daily lives of public. From this point of view, well-structured genetic instruction will enable students to evaluate the issues, which they may face some controversial subjects in their lives, for instance socio-scientific issues (Kampourakis, Reydon, Patrinos and Strasser, 2014; Tri and Tri, 2018). For a long time, various research has showed that genetics is one of the difficult topics to teach and learn in school science (Bahar, Johnstone and Hansell, 1999; Bahar, 2002; Büyükkol Köse and Çetin, 2018; Johnstone and Mahmoud, 1980). In biology education, various educational intervention studies are carried out in order to overcome learning difficulties and to facilitate learning (Smith, Wood, Knight and Ebert-May, 2008). Interpreting knowledge accumulated through existing studies in the field of biology education with the meta-analysis will provide a better understanding of the current state of the literature and shed light on new studies. In this regard, the purpose of this research is to review systematically the studies, which investigated the effect of the educational intervention on students' achievement in genetics. To this aim, the studies were evaluated through meta-analysis in the current study. The studies were determined according to selection criteria based on the meta-analysis process. In the other hand, the studies were grouped according to types of intervention. The effect sizes were calculated for each intervention groups. Therefore, it was aimed both comparing effect sizes of the intervention types and determining the state frequently investigated educational interventions, in terms of genetics teaching studies in Turkey. This study provides empirical evidence to the researchers, educators and educational policymakers in order to compare the educational interventions in subject matter of genetics.

Method. The aim of this meta-analysis was to examine the impact of the educational interventions in the scope of genetics teaching. In this regard, studies, which have been conducted on this subject between 2000-2016 in Turkey, were surveyed in the national and international electronic databases. The survey was conducted by using the keywords "genetic", "inheritance", "chromosome", "gene" and "cell division". The keywords were searched in databases both in English and Turkish languages. The studies were obtained from database of the ISI, EBSCO, ERIC, Scopus and Google Scholar. The collected studies were evaluated according to the selection criteria which were date of publication, method, subject matter and reported statistical data. The meta analysis was conducted with 16 studies that fit the selection criteria. In the meta-analysis process, the studies were grouped according to the type of their educational interventions. Thus, the studies were clustered into the three groups which were 'computer-aided teaching', 'model/material use in teaching' and 'designing of learning environment'. In this study, the Comprehensive Meta-Analysis (CMA) program was used. The Funnel Plot was utilized in order to state whether there was a publication bias. Hedges's g was considered in calculating the effect size. In the interpretation of the calculated effect sizes, the classification was used which was suggested by Cohen, Manion and Marrison (2007). In the study, heterogeneity test was conducted for each of the three groups, which established according to the educational interventions. The values of X^2 and Q were obtained as a result of meta-analysis and used in order to test the heterogeneity (Dinçer, 2015). According to the heterogeneity test, it was determined that homogeneity was approved for the three groups of study each. In accordance with this, the fixed effects model was used in order to the synthesis of the results of the selected studies.

Results. According to first research problem, the types of the educational intervention were identified. The types were 'computer aided teaching', 'model/material use in teaching' and 'design of learning environment'. In accordance with second research problem, meta-analytical impact analyses were performed by using the sample size, arithmetic mean and standard deviation, p and t values of the control and experimental groups. The combined effect size, confidence interval and weight for study of the selected primary studies were reported. The combined effect sizes were calculated in the fixed

effect model. According to this, it was determined that the 'computer aided teaching' had a significant positive effect on the academic achievement of the students in genetics according to the teaching methods applied in the control groups. The combined effect size (Hedges's g value) of the studies in the group of 'computer aided teaching' was greater than 1,00. In the same manner, 'model/material use in teaching' and 'design of learning environment' were effective in improving learning outcome gains. Evaluating the Hedges's g values, it was stated that the value for group of 'model/material use in teaching' was close to 1,00 while same parameter for group of 'design of learning environment' was between 0,00 and 1,00. The overall result of the meta-analysis, the studies grouped in 'computer aided teaching' were more effective than the studies grouped in 'model/material use in teaching' and 'design of learning environment'.

Discussion and Conclusion. According to meta-analysis results the effect size of the studies in the 'computer aided teaching' group was found to be larger than the other study groups. In the case of computer-aided teaching, Bayraktar (2001) has stressed the using of interactive simulations being more influential on learning in comparison to traditional teaching methods while Sitzmann (2011) and Vogel et al. (2006) have argued that games show higher learning gains than simulations and virtual worlds. Consistent with this, the individual effect sizes of the studies conducted by Yeşilyurt and Kara (2007) and Kara (2013) were higher than many of other studies which were grouped in 'computer aided teaching'. These studies investigated the effect of the using edutainment software in scope of genetics teaching. The educational software designed as computer games facilitates the learning abstract concepts by visualization like any others virtual educational technology. In addition to that, computer games provide the intrinsic motivation to learn and this argument should be supported the relatively higher effectiveness of the computer games in comparison other form of educational intervention (Malone, 1981).

It was observed that the combined effect size of the studies which were grouped in the 'model/material use in teaching' category was high. In the scope of the meta-analysis, all of the studies examined in the 'model/material use in teaching' category aimed to visualize the abstract genetic concepts except one study conducted by Özay (2008). While Altıparmak and Nakiboğlu Tezer (2009) and Kılınç (2008) tended to visualize biological structures, Demir and Sezek (2009) and Kazancı, Atılboz, Nihal, Bora and Altın (2003) used visualization materials by organizing information/concepts such as concept map and semantic features analyses. The effect size of the studies, which visualize abstract concepts, was higher than the study aiming at conceptual change.

The result of the meta-analysis indicated that the studies in the 'design of learning environment' category have positive effect on the learning of genetics concepts. However, it was determined that the studies in this category have a lower effect size value than the other educational intervention categories. In comparison to other study categories, the studies in the category of 'learning environment design' had large number of participants. This lower effect size value can be attributed to the sample size.

Giriş

Genetik bilimi, akademik alanda bilgi üretimini etkilemekle kalmamış günlük yaşamı da ilgilendiren değişimler getirmiştir. Bu bağlamda iyi bir şekilde yapılandırılmış genetik öğretimi, öğrencilerin yaşamlarında karşılaşılabilecekleri sorunları veya tartışmalı bazı konuları bilgiye dayalı olarak değerlendirebilmelerine katkı sağlayacaktır (Kampourakis, Reydon, Patrinos ve Strasser, 2014; Tri ve Tri, 2018). Ülkemizdeki öğretim programları incelendiğinde, genetikle ilgili konuların ortaokullarda Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında, ortaöğretim kademesinde ise Biyoloji Dersi Öğretim Programında yer aldığı görülmektedir. 2013 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında, genetik ve ilişkili konular, 8. sınıfta, 2018 yılında yenilen programda ise 7. ve 8. sınıflarda yer almaktadır (MEB, 2013a; 2018a). Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programları incelendiğinde, iki programda da genetik konu ve kavramlarına 10. ve 12. sınıflarda yer verildiği görülmektedir. Her iki programda da, klasik genetik konu ve kavramlarına 10. sınıfta yer verilirken 12. sınıfta moleküler genetik konuları bulunmaktadır. Buna ek olarak, genetik kavramlarıyla ilişkili olan mitoz ve mayoz bölünme konularına 10. sınıfta yer verilmektedir (MEB, 2013b; 2018b). Genetik konusuna ilişkin olarak, ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ile ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programının içeriği incelendiğinde gen, kromozom, nükleik asitler, hücre bölünmeleri, genotip, fenotip, Mendel kanunları, mutasyon, modifikasyon gibi temel kavramların yanında, gen aktarımı, klonlama, genetik mühendisliği, biyoteknoloji gibi genetiğin uygulamalı alanlarının da öğretim programında yer aldığı görülmektedir (MEB, 2013a, b, 2018a, b). Ulusal öğretim programlarımızda temel genetik ile genetiğin uygulamalı alanlarına ait çok sayıda kavrama ve bu kavramlar arası ilişkilere yer verildiği söylenebilir. Genel olarak Biyoloji Dersi Öğretim Programına bakıldığında, programın içerik olarak yüklü olduğuna ilişkin öğretmen ve/veya öğrenci görüşlerinin belirlendiği çalışmalar mevcuttur (Çetin ve Başbay, 2015; Özatlı, 2018). İçerik olarak yüklü olması programların istenilen şekilde uygulanmasını kısıtlayan bir faktördür (Hudson, 2012). İçerik dışında öğrencilerin genetik kavramları öğrenmesini güçleştiren faktörlerden biri de konu sıralamasıdır. Örneğin Koçakoğlu (2016) 2013 yılı Biyoloji Dersi Öğretim Programını bir önceki program ile karşılaştırarak, 10. sınıfta kalıtımın temelleri içinde Mendel ilkeleri konusunun ardından modern genetik konusu içinde DNA, RNA'nın yapısı, replikasyonu, protein sentezi gibi konuların 12. sınıfa bırakılmasının genetik konularının anlaşılmasını zorlaştıracağını ifade etmiştir. Öğretim programından kaynaklı güçlüklerin yanında, genetik konu alanı, uzun zamandan beri öğrenciler ve öğretmenler tarafından öğretimi ve öğrenimi zor konular arasında gösterilmektedir (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Bahar, 2002; Büyükkol Köse and Çetin, 2018 ; Johnstone ve Mahmoud, 1980). Akkaya ve Köksal, (2014) makalelerindeki literatür değerlendirmesinde çeşitli araştırma sonuçlarından hareketle, genetik kavramlarına ilişkin öğrencilerde çok sayıda alternatif kavramın tespit edildiğini ifade etmişlerdir. Bu alternatif kavramlara ilişkin bazı örnekler bakıldığında, gen kavramının tanımı (Lewis ve Kattman, 2004; Venville ve Treagust, 1998), genin canlıdaki konumu (Lanie ve diğerleri, 2004) kromozomun yapısı, kromozom gen ilişkisi, DNA'nın yapısı ve hücre bölünmeleri, çaprazlama (Mills Shaw, Van Horne, Zhang, ve Boughman, 2008; Saka ve Akdeniz, 2004) gibi temel konuların öğrenilmesindeki sorunlar göze çarpmaktadır. Bu öğrenme zorluklarının, genetik konularının birçok soyut kavramı içermesi, terminolojisinin yabancı gelmesi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı literatürde sıklıkla belirtilmektedir (Turan ve Koç, 2018). Ayrıca gen, kromozom ve DNA gibi temel kavramların ortaokul, lise ve üniversite gibi farklı eğitim kademelerindeki öğrenciler tarafından tam anlaşamadığı tespit edilmiştir (Saka, Cerrah, Akdeniz ve Ayas, 2006). Genetik konularının öğrenimindeki bu güçlüklerin, araştırmacıların alanın öğretimine olan ilgilerini artırdığı söylenebilir. Benzer şekilde, biyoloji eğitimcilerinin, farklı öğretim yaklaşımlarının etkililiğini karşılaştırmaya dönük çalışmalara ağırlık verdikleri de görülmektedir (Smith, Wood, Knight, ve Ebert-May, 2008). Gül ve Sözbilir (2015, 2016) biyoloji öğretimindeki eğilimlerle ilgili çalışmalarında, genetik konularına ilişkin araştırmacı ilgisinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Lewis ve Kattmann (2004), genetik konularının öğretimine ilişkin araştırmaların diğer biyoloji konularının öğretimine göre çok daha fazla sayıda olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Lee ve Tsai (2013) tarafından yapılan biyoloji öğretiminde teknoloji kullanımıyla ilgili derleme çalışmada, genetiğin ve moleküler biyolojinin teknoloji destekli

öğretimde en çok yer verilen konular olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca yukarıda vurgulanan literatürdeki eğilimlere ek olarak ulusal Fen Bilimleri Dersi ve Biyoloji Dersi Öğretim Programlarında öğrenci merkezli öğretim vurgulanarak drama, proje, argümantasyon gibi yöntemlerden yararlanılması istenmektedir (MEB, 2005; MEB 2007). Bu durumun da, araştırmacıların çeşitli eğitimsel müdahale yöntemlerini çalışma konusu olarak seçmelerinde yönlendirici olduğu söylenebilir. Biyoloji konularının öğretimini hedefleyen ulusal ve uluslararası araştırmaların, kullandıkları eğitimsel müdahalelerin de oldukça çeşitlilik gösterdiği ve yöntem karşılaştırmalarının ağırlıklı olduğu görülmektedir (Gül ve Sözbilir, 2015, 2016). Bu eğitimsel müdahaleler ele alındığında; örneğin Probleme Dayalı Öğretimle gerçek hayat problemleri kullanılarak etik, yasal, toplumsal sorunlar gibi tartışmalı konuların öğrenenler tarafından çözümlenmesi çalışılmıştır (Cheaney ve Ingebritsen, 2006; Markowitz, Dupré, Holt, Chen, ve Wischnowski, 2008). Bunun yanında Probleme Dayalı Öğretimin etkililiğinin temel genetik kavramların öğretiminde de araştırıldığı görülmektedir (Araz ve Sungur, 2007). Bu çalışmaları gerçekleştiren araştırmacılar, Probleme Dayalı Öğretime yönelik tasarlanan öğrenme ortamının, öğrenciye mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgiye ulaşacakları fırsatları ve deneyimi sunduğunu, böylece bu yöntemle anlamlı öğrenmenin gerçekleşebileceğini ifade etmişlerdir. Benzer ilkeden hareket eden bir diğer eğitimsel müdahale ise Öğrenme Halkası ve türevleridir. Örneğin Arslan, Geban ve Sağlam (2015), öğrencilerin bazı deneyimler yaşayarak kavramlara ait anlayışlarını yapılandırdıkları, böylece bilimsel olarak daha doğru kavramsal açıklamalara ulaştıkları kavramsal değişim sürecine en uygun öğretim modelinin Öğrenme Halkası olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar buradan hareketle hücre bölünmeleri ve üreme konusunda öğrenme halkasının kavramsal anlamaya etkisini araştırmışlardır. Kavram öğretimi konusunda aynı ilkeyi göz önünde bulunduran Saka ve Akdeniz (2006) DNA-gen-kromozom kavramlarıyla, genetik çaprazlama ve klonlama konularının öğretiminde bilgisayar destekli materyalin 5E Öğretim Modeline göre kullanılmasına ilişkin bir çalışma gerçekleştirmişlerdir.

Literatürde yer alan diğer bir eğitimsel müdahale çalışmaları ise “Bilgisayar Destekli Öğretim” başlığı altında toplanmıştır. Ancak bu çalışmalardan bazıları genetik konularının öğretiminde öğrenme ortamı tasarımı ile bilgisayar kullanımını birleştiren tarzda yapılandırılmıştır. Bu tarzdaki çalışmalara, animasyon, simülasyon gibi araçlarla 5E Öğretim Modelinin kullanılması (Saka ve Akdeniz, 2006) ya da kavramsal değişim yaklaşımının özel öğretim yazılımlarıyla birlikte yürütülmesi (Tsui ve Treagust, 2004a) örnek olarak gösterilebilir. Bir grup bilgisayar destekli çalışmada ise tekil olarak bilgisayarın genetik konularının öğretimindeki etkisi araştırılmıştır. Örneğin Kara (2009), özel amaçlı bilgisayar yazılımının, Kara (2013) ise eğlenceli eğitim yazılımının genetik konularını öğrenmeye etkisini araştırmıştır. Her iki çalışmada da yazarlar, etkisini araştırdıkları yazılımların görsel ve işitsel bilgi kaynaklarının yanında geri bildirimli öğrenme aktiviteleri sunarak bireysel öğrenme çabasını teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca gen, DNA, kromozom gibi soyut kavramların görsel ve işitsel öğelerle somutlaştırılmasında bilgisayarın desteğine vurgu yapılmıştır. Araştırmalarda biyoloji öğretimi kapsamında bilgisayar teknolojisinin görselleştirmedeki gücü, çeşitli konulardaki soyut kavramları, gözle görülemeyecek olayları daha anlaşılır hale getirmek amacıyla da kullanılmıştır. Bu çalışmalarda sıklıkla kullanılan animasyon gibi hareketli görsellerin, moleküler düzeydeki olayları adım adım izleyebilme (Sanger, Brecheisen, ve Hynek, 2001), durdurup başa alma veya yavaş oynatma gibi seçeneklerle görsel algıdaki yanılgıları ortadan kaldırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığı ifade edilmektedir (Tsui ve Treagust, 2004b; Tversky, Bauer Morrison, ve Betrancourt, 2002). Örneğin Marbach-Ad, Rotbain ve Stavy (2008) DNA replikasyonu, transkripsiyon gibi konularda, Taşçı ve Soran (2008) ise hücre bölünmelerinde animasyonların ve resimlerin kullanılmasının, öğrencilerin bu konulardaki anlama durumlarına etkisini araştırmışlardır.

Genetik konularının öğretiminde bir diğer eğitimsel müdahale grubunda ise öğretim materyalinin ya da model kullanımının öğrenmeye etkisini araştıran çalışmaların yer aldığı söylenebilir. Bu çalışmalardan bazıları, soyut konuların görselleştirilmesiyle öğrenmeye aracılık eden öğretim materyalleriyle ilgilidir. Özellikle görselleştirme ögesi ağır basan fiziksel modeller biyoloji öğretiminde olduğu kadar bu alanda bilimsel bilgiyi üretmekte de kullanılmaktadır. Watson ve Crick de DNA

molekölünü açıklayan ve kendi isimleriyle anılan modellerini, X-ışını kırınım fotoğraflarından elde ettikleri bağ uzunlukları, molekül çapı vb. verileri fiziksel bir modelin sökülüp takılabilir parçalarıyla adeta oynayarak oluşturmuşlardır. Oluşturdukları bu fiziksel modellerle DNA molekülünün fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğru bir şekilde yansıtmışlardır (Klug ve Cummings, 2006). Bu yöntemin eğitimdeki yansımalarına baktığımızda örneğin Güneş (2012) origami tekniğiyle, Altıparmak ve Nakiboğlu Tezer (2009) kesip yapıştırma ile nükleik asitlerin kâğıt modellerinin yapıldığı çalışmalarda görselleştirmeye vurgu yapmışlardır. Aynı zamanda öğrencilerin bu fiziksel modelleri yaparken aktif öğrenme süreciyle zihinsel süreçlerini de aktive ettiklerini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Mulligan (2017) farklı renklerdeki sökülüp takılabilir parçalarla yapılan fiziksel modellerin DNA'nın moleküler yapısına ilişkin gözle görülemeyecek özelliklerinin kavranmasını kolaylaştıracağını öne sürmüştür.

Tematik derleme ve meta analiz çalışmaları, literatürde hâlihazırda bulunan bilgilerin belirli bir sistemle derlenmesi ve birleştirilmesiyle var olan bilgi kümesinde gizil olan bilginin ortaya çıkarılmasıdır. Eğitim araştırmalarının tematik olarak derlenmesinin veya tekil çalışmaların sonuçlarının meta analizle birleştirilerek eğitimsel müdahalelerin gerçek etkisinin ortaya konulmasının, literatüre katkısının yanı sıra eğitim politikalarını belirleyenlere ve öğretmenlere yol gösterici olma işlevi de vardır (Üstün ve Eryılmaz, 2014).

Meta analiz ve tematik derleme çalışmaları gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde, son yıllarda sayısı ivmelenerek artan çalışma türleridir. Fen eğitimi alanında ülkemizde çalışma sayısının artışının yanında çalışma konularının çeşitliliğini gösteren araştırmalar da mevcuttur (örn. Çalık, Ünal, Coştu ve Karataş, 2008; Gül ve Sözbilir, 2015, 2016; Kurnaz ve Çalık, 2009; Kurnaz ve Sağlam-Arslan, 2011; Ültay ve Çalık, 2012). Fen eğitimi alanındaki tematik derleme çalışmaları incelendiğinde alan eğitiminde derleme çalışmalarının enerji ya da çözümler gibi belirli bir konu alanına (i) (örn. Çalık, Ayas, ve Ebenezer, 2005; Kurnaz ve Çalık, 2009), biyoloji öğretiminde yapılan çalışmaların çeşitliliği gibi genel bir değerlendirmeye (ii) (örn. Çalık vd., 2008; Gül ve Sözbilir, 2015; Yılmaz, Aydın, ve Bahar, 2015), fen eğitimi alanındaki makalelerde kullanılan yöntemler gibi araştırmacı eğilimlerine ve nedenlerine (iii) (örn. Bacanak, Değirmenci, Karamustafaoğlu ve Karamustafaoğlu, 2011) odaklanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar sayesinde araştırmacılar belirli konu alanlarındaki çalışmalara kolayca ulaşabilirken alan eğitiminin genel eğilimlerinin ne yönde olduğunu da görebilirler (Chang, Chang ve Tseng, 2010).

Fen eğitimi alanında ülkemizde yapılan meta analiz çalışmalarına bakıldığında alan eğitiminin ele aldığı konu içeriğinden çok eğitimsel müdahale türleri temel alınarak araştırmaların birleştirilmesine çalışıldığı görülmektedir. Örneğin biyoloji öğretiminde beyin temelli öğrenmenin müdahale biçimi olarak kullanıldığı çalışmalar (Aydın ve Yel, 2011), proje tabanlı eğitimin fen konularındaki akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmalar (Ayaz ve Söylemez, 2015), proje tabanlı eğitimin fen derslerine karşı tutuma etkisini araştıran çalışmalar (Ayaz ve Söylemez, 2016), 7E Öğrenme Halkasını konu alan fen eğitimi çalışmaları (Balta, 2016), öğrenme halkası modellerini konu alan çalışmalar (Saraç, 2018) ve 5E öğretim modeliyle geleneksel yöntemin karşılaştırıldığı çalışmalar (Anıl ve Batdı, 2015) meta analizle değerlendirilmiştir.

Ülkemizde yapılan diğer meta analiz çalışmalarından farklı olarak, mevcut çalışmada biyoloji ve fen öğretiminde belirli bir konu alanı olan genetik temalı eğitimsel müdahale çalışmaları meta analizle birleştirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda, analize dâhil edilen çalışmalarda genetik öğretiminde kullanılan eğitimsel müdahale türlerinin sınıflandırılması yolu izlenmiş ve sınıflanan müdahale yöntemleri arasında etki büyüklükleri bakımından karşılaştırma yapılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, mevcut çalışma, aşağıdaki araştırma sorularını yanıtlamak için tasarlanmıştır:

1. Genetik konu alanında Türkiye'de 2000 ile 2016 yılları arasında yayınlanmış eğitimsel müdahale çalışmalarında hangi müdahale türleri kullanılmıştır?
2. Belirlenen eğitimsel müdahale türlerinin etki büyüklükleri nasıldır?

Yöntem

Çalışma kapsamında, ülkemizde yapılmış ve genetik kavramlarını konu alan eğitim araştırmalarının meta analiz yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır. Bu yönetime uygun olacak şekilde 2000-2016 yılları arasında ülkemizde genetik kavramların öğretiminde kullanılan eğitimsel müdahale yöntemlerinin etki büyüklükleri nasıldır?' temel sorusu cevaplandırılmaya çalışılmıştır.

Verilerin Toplanması

Çalışmaya, belirtilen zaman aralığında Türkiye’de yapılmış ve araştırma konusu genetik kavramların öğretimi olan makaleler dâhil edilmiştir. ISI, EBSCO, ERIC, Scopus ve Google Scholar veri tabanları 'genetik', 'kalıtım', 'kromozom', 'gen' ve 'hücre bölünmesi' anahtar sözcükleri birbirlerinden bağımsız şekilde taranmıştır. Taramalarda anahtar sözcüklerin Türkçe ve İngilizce karşılıkları kullanılmıştır. Tarama sonucunda ulaşılan makaleler arasından uygun olanların araştırmaya dâhil edilmesinde Tablo 1’de belirtilen ölçütler kullanılmıştır.

Tablo 1.
Ulaşılan araştırmaların seçilme ölçütleri

Ölçütler	Açıklama
Zaman aralığı	Araştırmada yer alan çalışmalar 2000-2016 yılları arasında yapılmıştır.
Yayınlandığı yer	Türkiye’de yayımlanmış makaleler kaynak olarak belirlenmiştir.
Araştırma yöntemi	DeneySEL desende gerçekleştirilen makaleler dâhil edilmiştir.
Öğretim yönteminin uygunluğu	Deney grubunda ders işleme yöntemi olarak geleneksel öğretim yönteminden farklı olan öğretim yöntemlerinden birinin kullanılması temel alınmıştır.
İstatistiksel veriler	Çalışmaya dâhil edilen araştırmaların betimleyici istatistiksel verilerinden ön-son test ortalama değerleri, grup büyüklükleri yanında, p ve t değerlerinin yer almasına dikkat edilmiştir. Ayrıca non-parametrik analiz verileri olan çalışmalar araştırmaya dâhil edilmemiştir.
Tema	Çalışmalarda başarı temalarındaki veriler dâhil edilmiştir. Tutum, motivasyon vb. temalardaki veriler araştırma dışında tutulmuştur. Bu değişkenler, çalışmalarda farklı teorileri temel alan ölçme araçlarıyla toplanmıştır. Bu bakımdan verilerin birleştirilmesinin geçerlik problemi yaratacağı görüşünden hareketle sadece başarı temalarına ilişkin veriler meta analize tabi tutulmuştur.

Tarama sonucunda toplam 64 makaleye ulaşılmıştır. Bu makaleler arasından öncelikle nitel verilere sahip olanlar ve/veya meta analiz için gerekli parametreleri rapor etmeyenler çıkarılmıştır. Devamında Tablo 1’de yer alan ölçütlere göre 16 makale seçilmiştir. Yayınların güvenilirliği meta analiz sonucunda elde edilecek sonuçların güvenilirliği ile doğrudan ilişkili olduğundan (Dinçer, 2015) mevcut çalışmada hakemli dergilerde yayınlanan makaleler kullanılmıştır.

Çalışmaların Eğitimsel Müdahale Türlerine Göre Gruplandırılması

Makale metninde öğrenci başarısı üzerindeki etkinin araştırıldığı ifade edildiği eğitimsel müdahaleler listelenmiş ve meta analize dâhil edilmiştir. Listelenen eğitimsel müdahalelerin ortak yönleri araştırmacıların oy birliği ile belirlenmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmada istatistiksel analizlerin yapılmasında Comprehensive Meta Analysis (CMA) programı kullanılmıştır. Etki büyüklüğü hesaplamasında 'Hedges's g' dikkate alınmıştır. Etki büyüklüklerinin katsayı sınıflamasına göre yorumlamasında Cohen, Manion ve Marrison'un (2007) aşağıdaki etki büyüklüğü sınıflaması kullanılmıştır:

- 0 - 0,20= zayıf etki,
- 0,21 - 0,50 küçük etki,
- 0,51 - 1,00 orta etki,
- > 1,00 güçlü etki.

Araştırmada üç ayrı başlık halinde sınıflandırılan eğitimsel müdahalelerin kullanıldığı çalışmalar için heterojenlik testi yapılmıştır. Heterojenlik testi için meta analiz sonucunda elde edilen p değeri ve Q değeri kullanılmaktadır (Dinçer, 2015). Mevcut araştırmada Bilgisayar Destekli Öğretim'in kullanıldığı çalışmalar bakımından p değeri 0,950 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, 0,05 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığını ifade etmektedir. Ki-kare heterojenlik test sonucunda Q değeri 1,630 olarak bulunmuştur. 6 serbestlik derecesi ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyi için ki-kare kritik değer tablosunda Q değeri 12,592'dir. Bu başlıktaki çalışmalar için hesaplanan Q değeri (1,630) söz konusu serbestlik derecesindeki ki-kare tablo değerinden küçük olduğu için, deney grubunda Bilgisayar Destekli Öğretim'in kullanıldığı çalışmaların etki büyüklükleri arasında homojen bir dağılım olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunda 'Model/Materyal Kullanımı'nın olduğu çalışmalar açısından yapılan heterojenlik testi için p değeri 0,532'dir ve 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark bu çalışmalar için de bulunmamıştır. Ki-kare heterojenlik testi sonucunda Q değeri 3,156 olarak hesaplanmış olup 4 serbestlik derecesi ve $p=0,05$ anlamlılık düzeyi için ki-kare kritik değer tablosunda Q değeri 9,488'dir. Benzer şekilde bu başlıktaki çalışmalar için hesaplanan Q değeri (3,156) söz konusu serbestlik derecesindeki ki-kare tablo değerinden küçük olduğu için, deney grubunda 'Model/Materyalin Kullanımı'nın olduğu çalışmaların etki büyüklükleri arasında da homojen dağılım olduğu görülmektedir. 'Öğrenme Ortamının Tasarımı'nı konu alan çalışmalara bakıldığında $p=0,063$ olarak hesaplanmıştır. Bu başlıktaki çalışmalar arasında da 0,05 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir. Ki-kare heterojenlik testi sonucunda Q değeri 11,966 olarak hesaplanmış ve 6 serbestlik derecesi, $p=0,05$ anlamlılık düzeyi için ki-kare kritik değer tablosunda Q değeri 12,592'dir. Bu değer (11,966) de ki-kare tablosunda söz konusu serbestlik derecesindeki değerden küçüktür. Böylece deney grubunda öğretim tasarımını konu alan çalışmaların etki büyüklükleri arasında da homojen bir dağılım tespit edilmiştir. Böylece her üç başlıkta meta analize dahil edilen çalışmaların etki büyüklüğü arasında homojen bir dağılım saptanmıştır. Ellis (2010), meta analiz kapsamındaki araştırmaların etki büyüklükleri arasında homojen bir dağılım tespit edildiğinde sabit etkiler modelinin, heterojen dağılımdaysa rastgele etkiler modelinin kullanılmasını önermektedir. Buradan hareketle mevcut araştırmada tüm başlıklarda sabit etkiler modeli kullanılmıştır.

Bulgular

Eğitimsel müdahale sınıflaması çalışmaların konu başlıklarına göre gerçekleştirilmiş ve çalışmaların bu sınıflandırmalar altında birleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda 'Bilgisayar Destekli Öğretim', 'Materyal/Model Kullanımı' ve 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' sınıflandırmaları kullanılmıştır (bkz. Tablo 2).

Tablo 2.

Eğitimsel müdahale sınıflaması ölçütleri

Ölçütler	Açıklama
Bilgisayar Destekli Öğretim	Eğitimsel müdahale olarak bilgisayar teknolojisi temelli öğretim materyallerini kullanan araştırmalardır.
Materyal/Model Kullanımı	Eğitimsel müdahale olarak somut materyal veya modelleri kullanan çalışmalardır.
Öğrenme Ortamı Tasarımı	Eğitimsel müdahale olarak bir öğrenme kuramına göre geliştirilmiş öğretim modellerini kullanan çalışmalardır.

Meta analiz kapsamında belirlenen ölçütlere göre seçilen çalışmaların kullandıkları eğitimsel müdahale türleri sınıflandırılırken, araştırmacıların deneysel olarak etkisini araştırdıkları müdahalelerin ortak yönleri göz önünde bulundurularak çalışmalar gruplandırılmıştır. Sınıflandırma için Tablo 2'deki açıklama kısmında yer alan ölçütler araştırmacılar tarafından fikir birliği ile belirlenmiştir.

Çalışmaya dâhil edilen araştırmaların örneklem büyüklüğü ve eğitimsel müdahale türüne göre betimlenmesi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.

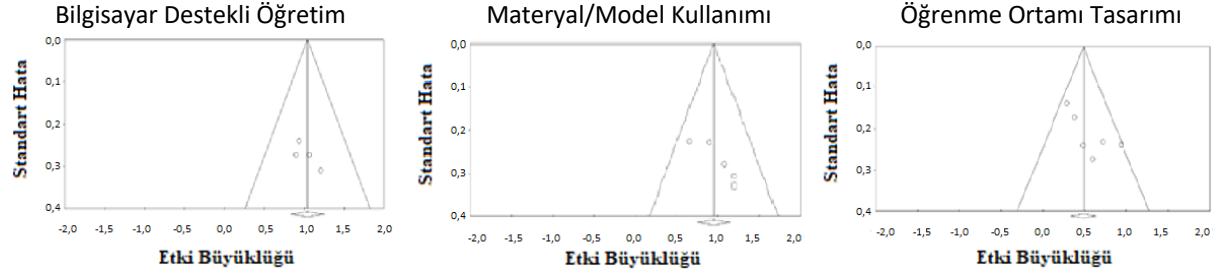
Çalışmaların betimsel analizi

Çalışmalar	Genetik Konusunda Gerçekleştirilen Eğitimsel Müdahale Türü	Örneklem Büyüklüğü
	<i>Bilgisayar Destekli Öğretim</i>	<i>N=262</i>
Arıkan, Aydoğdu Doğru ve Uşak (2006)	Bilgisayar Destekli Öğretim	60
Kara (2009)	Özel Öğretici Yazılım	48
Taşçı ve Soran (2008)	Çoklu Ortam Uygulamaları	58
Yeşilyurt ve Kara (2007)	Ders Yazılımları	48
Kara (2013)	Eğlenceli Eğitim Yazılımı	48
	<i>Materyal/Model kullanımı</i>	<i>N=311</i>
Altıparmak ve Nakiboglu Tezer (2009)	Kâğıt Modeli	42
Demir ve Sezek (2009)	Grafik Materyaller	49
Kılınç (2008)	Bölünen Parmaklar Modeli	58
Kazancı, Atılboz, Nihal, Bora ve Altın (2003)	Kavram Haritalama Yöntemi	82
Özay (2008)	Kavramsal Değişim Metinleri	80
	<i>Öğrenme ortamı tasarımı</i>	<i>N=627</i>
Araz ve Sungur (2007)	Problem Tabanlı Öğrenme	217
Balcı ve Yenice (2016)	Bilimsel Argümantasyon Tabanlı Öğrenme Süreci	77
Güneş, Katircioğlu ve Yılmaz (2015)	Performansa Dayalı Değerlendirme	70
Kazu ve Demirkol (2014)	Harmanlanmış Öğrenme Ortamı Modeli	54
Keleş, Uşak ve Aydoğdu (2006)	Sınıf İçi Uygulamalar	133
Yıldırım ve Girgin (2012)	İşbirlikli Öğrenme	76

Tablo 3 incelendiğinde 'Bilgisayar Destekli Öğretim' kategorisinde beş çalışmanın toplamda 262 kişiden oluşan örneklem büyüklüğüyle diğer gruplara göre en küçük örneklem büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. 'Materyal/Model Kullanımı' grubunda da benzer şekilde beş çalışma olmasına karşın 311 kişiden oluşan örneklem büyüklüğüne sahiptir. 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' grubunda sınıflanan yedi çalışmanın ise toplamda 627 katılımcıdan oluşan örneklem büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Yayın yanlılığı

Çalışmaların sınıflandırılmasında geçerlik analizi sonucu elde edilen huni grafikleri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmalara ilişkin huni grafikleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi, bireysel çalışmaların tümü huni grafiğinin iç kısmında yer almaktadır ve bu yayın yanlılığı olmadığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Sterne vd 2011).

Meta analitik etki analizleri kontrol ve deney gruplarının örneklem sayısı, aritmetik ortalaması ve standart sapma, p ve t değerleri kullanılarak yapılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların birleştirilmemiş etki büyüklüklerine, güven aralıklarına ve çalışmaların ağırlıklarına Tablo 4’te yer verilmiştir.

Tablo 4.

Çalışmaların etki büyüklüğü analizlerine ait birleştirilmemiş bulgular

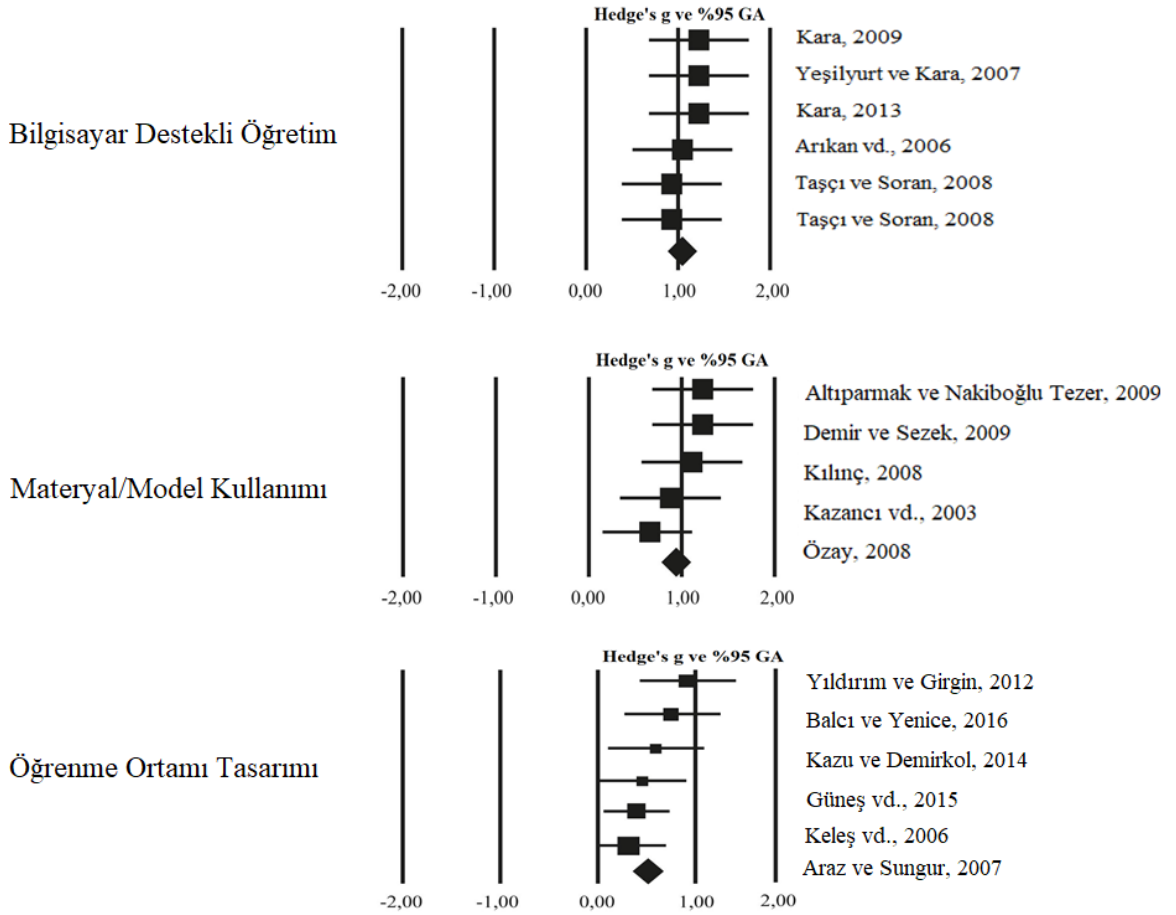
Tema	Yazarlar	Etki Büyüklüğü (Hedges’s g)	%95 Güven Aralığı		Çalışma Ağırlığı
			Alt Sınır	Üst Sınır	
Bilgisayar Destekli Öğretim	Kara, 2009	1,210	0,603	1,816	11,70
	Yeşilyurt ve Kara, 2007	1,210	0,603	1,816	11,70
	Kara, 2013	1,210	0,603	1,816	11,70
	Arıkan, Aydoğdu, Doğru ve Uşak, 2006	1,065	0,530	1,600	15,08
	Taşçı ve Soran, 2008	0,900	0,366	1,433	15,14
	Taşçı ve Soran, 2008	0,900	0,366	1,433	15,14
	Sabit etkiler	1,066	0,834	1,297	
Materyal/Model Kullanımı	Altıparmak ve Nakiboğlu Tezer, 2009	1,196	0,550	1,842	12,94
	Demir ve Sezek, 2009	1,195	0,596	1,795	15,02
	Kılınç, 2008	1,086	0,541	1,631	18,18
	Kazancı, vd., 2003	0,896	0,446	1,346	26,66
	Özay, 2008	0,657	0,211	1,103	27,19
Sabit etkiler	0,949	0,717	1,182		
Öğrenme ortamı tasarımı	Yıldırım ve Girgin, 2012	0,935	0,466	1,405	13,11
	Balcı ve Yenice, 2016	0,723	0,266	1,179	13,53
	Kazu ve Demirkol, 2014	0,598	0,061	1,136	11,17
	Güneş, Katırcıoğlu ve Yılmaz, 2015	0,479	0,006	0,952	13,01
	Keleş, Uşak, ve Aydoğdu, 2006	0,377	0,041	0,713	18,06
	Araz ve Sungur, 2007	0,289	0,019	0,559	21,00
Sabit etkiler	0,483	0,324	0,641		

Tablo 4 incelendiğinde, genetik konu/kavramlarının öğreniminde 'Bilgisayar Destekli Öğretimin' öğrenci başarısı üzerindeki etkililiğinin araştırmaya dâhil edilen tüm çalışmalarda pozitif yönde olduğu görülmektedir. Bu etkililik dört çalışmada güçlü düzeyde ($>1,00$) diğer üç çalışmada orta düzeyde (0,51-1,00) tespit edilmiştir. %95'lik güven aralığının üst sınır ve alt sınırlara göre ortalama etki büyüklüğü 1,066 olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre, 'Bilgisayar Destekli Öğretim' kategorisindeki çalışmalarda deney grubundaki uygulamaların öğrencilerin başarısı üzerindeki etkisinin, kontrol grubundaki öğretim uygulamalarıyla karşılaştırıldığında, güçlü düzeyde olduğu söylenebilir. Tablo 4'e göre, 'Materyal/Model Kullanımının' genetik konu ve kavramları bakımından akademik başarıya etkililiği de üç araştırmada güçlü düzeyde ($>1,00$), diğer iki araştırmada orta düzeydedir (0,51-1,00). %95'lik güven aralığının üst sınır ve alt sınırlara göre ortalama etki büyüklüğüne bakıldığında 0,949 olarak bulunmuştur. Bu durumda akademik başarının materyal/model kullanılan deney grubundaki öğrenciler lehine olduğu ve 'Materyal/Model Kullanımının' bu öğrencilerin akademik başarısı üzerinde orta düzeyde etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4'e göre, deney grubunda bir 'Öğrenme Ortamı Tasarımının' uygulandığı araştırmalar incelendiğinde bir araştırmanın güçlü düzeyde ($>1,00$), üç araştırmanın orta düzeyde (0,51-1,00) ve üç araştırmanın küçük düzeyde (0,21-0,50) etki büyüklüğü olduğu hesaplanmıştır. %95'lik güven aralığının üst sınır ve alt sınırlara göre ortalama etki büyüklüğü ise 0,483'tür. Bu değer, araştırmada ele alınan çalışmalara göre, genetik konu/kavramlarına yönelik geleneksel öğretim uygulamaları dışında bir 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' kullanımının öğrencilerin akademik başarısı üzerinde orta düzeye yakın etkili olduğunu göstermektedir.

Araştırmada belirlenen ölçütlere göre belirlenen ve meta analizleri yapılan genetik konu ve kavramlarına yönelik çalışmaların akademik başarı üzerindeki olumlu etkisi dağılımı sırasıyla 'Bilgisayar Destekli Öğretim', 'Materyal/Model Kullanımı' ve 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' şeklindedir.

Çalışma ağırlıkları

Çalışmalara ilişkin etki büyüklüklerinin sabit etkiler modelinde grafikleri verilmiştir (bkz. Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmalara ilişkin etki büyüklüklerinin sabit etkiler modelinde grafiği

Şekil 2'ye göre sabit etkiler modelinde birleştirilmiş etki büyüklüğünün 'Bilgisayar Destekli Öğretime' dayalı müdahale uygulamalarının lehine olduğu ve Hedges's g değerinin 1,00'den büyük olduğu tespit edilmiştir. 'Materyal Model Kullanımına' dayanan uygulamalarda etki büyüklüğü yine müdahalenin lehine olup Hedges's g değeri 1,00 değerine yakındır. Tasarlanan 'Öğrenme Ortamının Kullanımına' dayalı uygulamalarda etki büyüklüğü de yine müdahalenin lehine olup Hedges's g değeri 0,00 - 1,00 aralığında bir değerdedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada genetik kavramlarını konu alan eğitimsel müdahale içeren araştırmalar meta analiz yaklaşımıyla ele alınmıştır. Verilerin birleştirilmesinde meta analize dâhil edilen 16 araştırma eğitimsel müdahale türlerine göre 'Bilgisayar Destekli Öğretim', 'Model/Materyal Kullanımı' ve 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmış ve incelenmiştir. Çalışma sonuçları betimsel ve meta-analiz bulgular bağlamında tartışılmıştır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen meta analiz sonucu elde edilen bulgularda en göze çarpan sonuç ortalama etki büyüklükleriyle ilgilidir. Buna göre 'Bilgisayar Destekli Öğretim' kategorisinde yer alan çalışmalar en etkili eğitimsel müdahale çalışmalarıdır. 'Bilgisayar Destekli Öğretim' grubunda yer alan çalışmaların etki büyüklüğünün (Hedges's g = 1,040) Cohen'in (1992) sınıflandırmasına göre güçlü etki değerine sahip olduğu görülmektedir. 'Bilgisayar Destekli Öğretim'

kategorisinde yer alan çalışmaların bireysel etki değerleri incelendiğinde de etki değerlerinin genel olarak güçlü etki değerine sahip olduğu görülmektedir.

Biyoloji öğretiminde 'Bilgisayar Destekli Öğretim' öteden beri sıklıkla kullanılan bir eğitimsel müdahale türü olmakla beraber ilk yapılan meta analiz çalışmalarında etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir (Bayraktar, 2001). Bu bulgu Dinçer'in (2015) araştırma sonuçları ile farklılık göstermektedir. Dinçer (2015), gerçekleştirdiği meta-analiz çalışmasında bilgisayar destekli öğretim çalışmalarının çoğunluğunun bireysel etki katsayısının, buna bağlı olarak genel etki büyüklüklerinin yüksek düzeyde olduğunu belirlemiş ve 'Bilgisayar Destekli Öğretim' süregelen öğretime göre daha etkili olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca ilgili çalışmada incelenen araştırmalar alanlarına göre sınıflandırıldığında genel olarak çalışmaların fen bilgisi öğretiminde kullanıldığı ve etki büyüklükleri sıralamasında 'Bilgisayar Destekli Öğretim' biyoloji öğretiminde en etkili olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada da benzer olarak 'Bilgisayar Destekli Öğretim' kategorisinde yer alan çalışmalar yüksek etki değerine sahiptir. Bu sonuç, bilgisayar ve 'Bilgisayar Destekli Öğretim' teknolojilerinin her geçen gün gelişmesine bağlanabilir. Bunun yanında biyoloji öğrenimi doğası gereği karmaşıktır. Canlı organizmalar sistemlerin içine yerleştirilmiş sistemlerden oluşmaktadır. Bu sistemler de çeşitli bileşenlerden meydana gelmektedir (Buckley ve Quellmalz, 2013). Canlı organizmaları anlamak için farklı sistemlerin birlikte nasıl çalıştığını bilmek önemlidir. Bu anlayış eksik olduğunda, öğrenciler, öğrenmede zorluk çekerler (Patel, Kaufman ve Magder, 1991). 'Bilgisayar Destekli Öğretimle' birlikte bu karmaşık ilişkiler, sistemlerin kendi içlerinde ve birbirleriyle etkileşimleri somutlaştırılarak sunulabilir. Bu durum da öğrencilerin anlama durumlarını olumlu yönde etkileyecektir (Vattam, Goel, Rugaber, Hmelo-Silver, Jordan, Gray ve Sinha, 2011). Eğitimsel bilgisayar animasyonların dinamik görüntülerden oluşması, soyut fikirler, kavramlar ve süreçlerin zihinde yapılandırılmasını kolaylaştıracaktır (Burke, Greenbowe ve Windschitl, 1998). Araştırma sonuçlarına göre 'Bilgisayar Destekli Öğretim' kapsamında animasyonların kullanılmasının yüksek etki değerine sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Yarden ve Yarden (2010) ile Marbach-Ad vd. (2008) öğrenmenin animasyon biçimindeki görsellerin durgun olan tiplerine göre öğretimde daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Alan yazındaki geçmiş araştırmalar incelendiğinde 'Bilgisayar Destekli Öğretim' etkililiğinin artırılması için önerilerde bulunduğu dikkat çekmektedir. Bayraktar (2001) simülasyon kullanımını Sitzmann (2011) ve Vogel, Vogel, Cannon-Bowers, Bowers, Muse, ve Wright (2006) animasyonlara ek olarak oyun temelli eğitim yazılımlarının kullanılmasının yüksek etki değerine sahip olacağını ifade etmişlerdir. Bu durum, mevcut çalışmada da oyunların kullanıldığı eğlenceli eğitim yazılımlarını içeren Yeşilyurt ve Kara (2007) ile Kara (2013) tarafından yürütülen çalışmaların etki büyüklüklerinin yüksek değerinde hesaplanmasıyla desteklenmiştir. Bilgisayar Oyunları Destekli Öğretim diğer eğitimsel müdahale türlerine göre etkililiğinde görselleştirme ve somutlaştırma faktörü önemlidir. Ayrıca, bilgisayar oyunları destekli öğretimin diğer eğitimsel müdahale türlerine göre daha etkili olmasında bilgisayar oyunlarının içsel motivasyonu destekliyor olması gösterilebilir (Malone, 1981).

'Model/Materyal Kullanımı' grubundaki eğitimsel müdahale çalışmalarının ortak etki büyüklüğünün Cohen'in (1992) sınıflandırmasına göre orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bu gruptaki çalışmaların ortak etki değerinin (Hedges's $g = 0,949$) yüksek etki sınıfının sınır değerine yakın olduğu ifade edilmelidir. Gerek 'Bilgisayar Destekli Öğretim' gerekse 'Model/Materyal Kullanımı' grubunda bulunan çalışmaların 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' grubundaki çalışmalara göre daha yüksek etki değerine sahip olmalarının nedeni somutlaştırma faktörüne bağlanabilir. Genetik kavramların soyut karakterde olması, gözle görülmemesi ve günlük yaşamla kolayca bağ kurulamayan bir yapıda olmaları nedenleriyle öğrenciler bu konularda öğrenme güçlükleri yaşamaktadırlar (Banet ve Ayuso, 2000). Meta analizle incelenen araştırmalarda 'Bilgisayar Destekli Öğretimle' ve 'Model/Materyal Kullanımı' ile kavramların somutlaştırılması amaçlandığından söz konusu araştırmaların etki büyüklüklerinin de yüksek olması doğal olarak değerlendirilebilir.

Modellerin öğrenmeyi ve hatırlamayı kolaylaştırması ve gerçek objelerin basitleştirilmiş temsilleri olması nedenleriyle öğrenmeyi verimli kılmaktadır (Harrison ve Treagust, 2000). Bu bağlamda, 'Model/Materyal Kullanımı' kategorisinde yer alan çalışmaların toplam etki büyüklüğünün yüksek düzeye yakın olduğu görülmektedir. Meta analiz kapsamında 'Materyal/Model Kullanımı' kategorisinde incelenen çalışmaların Özay (2008) dışındakilerin hepsi soyut olan genetik kavramların görselleştirilmesini amaçlamaktadır. Altıparmak ve Nakıboğlu Tezer (2009) ile Kılınç (2008) biyolojik yapıların görselleştirilmesine yönelirken, Demir ve Sezek (2009) ile Kazancı (2003) ise kavram haritası, anlam çözümleme tablosu gibi bilgileri/kavramları organize ederek görselleştiren materyaller kullanmışlardır. Soyut kavramları görselleştirerek somutlaştırma yolunu seçen çalışmaların etki büyüklükleri kavramsal değişimi hedefleyen çalışmaya göre daha yüksek olduğu görülmektedir. 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' kategorisinde yer alan eğitimsel müdahale çalışmalarının da öğrenmede olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Ancak bu kategoride yer alan çalışmaların diğer kategorilerin toplam etki büyüklük değerlerine göre daha düşük bir etki değerine sahip oldukları ifade edilmelidir. Bu durumun nedeni için ilk etapta incelenen çalışmaların örneklem büyüklükleri göz önüne alınabilir. 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' kategorisinde yer alan çalışmaların diğer kategorilerdeki çalışmalara göre katılımcı sayılarının büyük olması, etki büyüklüğü değerinin diğer çalışmaların etki büyüklüğü değerine göre düşük olmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca bu durum öğrenme ortamı tasarlama sürecinden de kaynaklanabilir. Bu süreçte öğretmenlerin becerileri, öğrencilerin adaptasyonu gibi değişkenler devreye girmektedir. Uygulamayı gerçekleştiren öğretmen/araştırmacı özellikleri, hedef kitlenin alışık olmadıkları öğretim tasarımlarıyla karşılaşmaları gibi sebepler de bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olabilir.

Banet ve Ayuso (2000) geleneksel öğretim stratejilerinin öğrencilerin genetik konularını anlamasında çok az etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu durum da genetik konularının öğretiminin planlamasında yeni arayışları gündeme getirmiştir. Araştırma sonucunda genetik konularına yönelik 'Bilgisayar Destekli Öğretime' ilişkin geniş düzeyde etki büyüklüğü tespit edilmiştir. Buradan hareketle bu konuların öğretiminde 'Bilgisayar Destekli Öğretimin' kullanılması önerilebilir. Ayrıca bireysel etki büyüklüklerine bakıldığında, eğitsel yazılımların animasyonlar ve oyunlarla desteklenmesinin genetik konularında başarıyı olumlu yönde etkilediği ifade edilmelidir. Araştırma sonucunda genetik konularının öğretiminde görselleştirme yoluyla somutlaştırmanın önemi ortaya çıkmıştır. Bu amaç doğrultusunda modellerin ve grafik materyallerin kullanımının artırılmasının öğretimde fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Öğretim sürecinin tasarlanmasında genetik konularının niteliğine uygun olarak kavrama, sürece ya da kavramlar arası ilişkilere odaklanan düzenlemeler yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Etki büyüklüğü bakımından genetik kavramların öğretimi konusunda 'Öğrenme Ortamı Tasarımı' grubunda yer alan çalışmaların derinlemesine incelenerek bu alanda yapılan çalışmaların yöntem ve uygulama kısımlarının dikkatlice incelenmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalarda gözden kaçırılan durumların olup olmadığının tespit edilmesine yönelik yeni çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Akkaya, G. ve Köksal, M. S. (2014). Teaching processes and methods suggested by science teachers for overcoming alternative conceptions about genetics. *The New Educational Review*, 36(2), 66–81.
- Altıparmak, M. ve Nakiboğlu Tezer, M. (2009). Hands on group work paper model for teaching DNA structure, central dogma and recombinant DNA. *US-China Education Review*, 6(1), 19–23.
- Anıl, Ö. ve Batdı, V. (2015). A comparative meta-analysis of 5E and traditional approaches in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 3(6), 212–219. <https://doi.org/10.11114/jets.v3i6.1038>
- Araz, G. ve Sungur, S. (2007). Effectiveness of problem-based learning on academic performance in genetics. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 35(6), 448-451.
- Arslan, H. O., Geban, Ö. ve Sağlam, N. (2015). Learning cycle model to foster conceptual understanding in cell division and reproduction concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 670–684.
- Ayaz, M. F. ve Söylemez, M. (2015). The effect of the project-based learning approach on the academic achievements of the students in science classes in Turkey: A meta-analysis study. *TED Eğitim ve Bilim*, 40(178), 255-283. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4000>
- Ayaz, M. F. ve Söylemez, M. (2016). Proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(1), 112-137. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.20414>
- Aydın, S. ve Yel, M. (2011). The effect of brain based learning biology education upon the academic success and attitude. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(1), 87-98.
- Bacanak, A. Değirmenci, S., Karamustafaoğlu, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2011). E-dergilerde yayınlanan fen eğitimi makaleleri: Yöntem analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 119-132.
- Bahar, M. (2002). Students' learning difficulties in biology: Reasons and solutions. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 73-82.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. ve Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Balta, N. (2016). The effect of 7E learning cycle on learning in science teaching: A meta-analysis study. *European Journal of Educational Research*, 5(2), 61-72. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.5.2.61>
- Bayraktar, S. (2001). A Meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 173–188. <https://doi.org/10.1080/15391523.2001.10782344>
- Banet, E. ve Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.
- Buckley, B. C. ve Quellmalz, E. S. (2013). Supporting and assessing complex biology learning with computer-based simulations and representations. D. F. Treagust ve C. Y. Tsui (Eds.) *Multiple Representations in Biological Education* içinde (ss. 247-267). Dordrecht: Springer
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J. ve Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1661.
- Büyükkol Köse, E. ve Çetin, G. (2018). *Biyoloji dersinde öğrenmede en çok güçlük yaşanan konu: Kalıtım*. II. Ulusal Biyoloji Eğitimi Kongresi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray – Bildiri Özetleri Kitabı.
- Chang, Y. H., Chang, C. Y. ve Tseng, Y.H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315-331. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9202-2>
- Cheaney, J. D. ve Ingebritsen, T. (2006). Problem-based learning in an online course: A case study. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 6(3). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v6i3.267>
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98-101.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). *Research methods in education (6th ed)*. New York: Routledge.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' Conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29-50. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2732-3>
- Çalık, M., Ünal, S., Coştu, B. ve Karataş, F. Ö. (2008). Trends in Turkish science education. *Essays in Education*, Special Edition, 23–45.
- Çetin, Y. ve Başbay, M. (2015). On ikinci sınıf biyoloji dersi öğretim programının incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 115-130. <https://doi.org/10.9779/PUJE694>

- Dinçer, S. (2015). Türkiye’de yapılan bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi ve diğer ülkelerle karşılaştırılması: Bir meta-analiz çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 99-118.
- Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Gül, Ş. ve Sözbilir. (2015). Biology education research trends in Turkey. *Journal of Mathematics, Science ve Technology Education*, 12(8), 93-109. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1309a>
- Gül, Ş. ve Sözbilir, M. (2016). International trends in biology education research from 1997 to 2014: A content analysis of papers in selected journals. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1631–1651. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1363a>
- Güneş, H. M. (2012). Origami technique in the teaching of nucleic acids. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 222–233.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.
- Hudson, P. (2012). A model for curricula integration using the Australian curriculum. *Teaching Science*, 58(3), 40-45.
- Johnstone, A. H. ve Mahmoud, N. A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of Biological Education*, 14(2), 163-166. <https://doi.org/10.1080/00219266.1980.10668983>
- Kampourakis, K., Reydon, T. A. C., Patrinos, G. P. ve Strasser, B. J. (2014). Genetics and society-educating scientifically literate citizens: Introduction to the thematic issue. *Science and Education*, 23(2), 251-258. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9659-5>
- Kara, Y. (2009). Özel öğretici yazılımın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(3), 651-672.
- Kara, Y. (2013). Eğlenceli eğitim yazılımının öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve biyolojiye karşı tutumlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 25(25), 129–138.
- Klug, W. S. ve Cummings, M. R. (2006). *Concepts of genetics*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Koçakoğlu, M. (2016). Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programının değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 65-91.
- Kurnaz, M. A. ve Çalık, M. (2009). A thematic review of ‘energy’ teaching studies: focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 1(1), 1-26.
- Kurnaz, M. A. ve Sağlam-Arslan, A. (2011). A thematic review of some studies investigating students’ alternative conceptions about energy. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(1), 51-74.
- Lanie, A. D., Jayaratne, T. E., Sheldon, J. P., Kardias, S. L. R., Anderson, E. S., Feldbaum, M. ve Petty, E. M. (2004). Exploring the public understanding of basic genetic concepts. *Journal of Genetic Counseling*, 13(4), 305–320. <https://doi.org/10.1023/B:JOGC.0000035524.66944.6d>
- Lee, S. W.Y. ve Tsai, C.C. (2013). Technology-supported learning in secondary and undergraduate biological education: Observations from literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 226–233. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9388-6>
- Lewis, J. ve Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students’ understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26 (2), 195–206. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072782>
- Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 5(4), 333-369.
- Marbach-Ad, G., Rotbain, Y. ve Stavay, R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 273-292.
- Markowitz, D. G., Dupré, M. J., Holt, S., Chen, S.-R. ve Wischnowski, M. (2008). BEGIN Partnership: Using problem-based learning to teach genetics & bioethics. *The American Biology Teacher*, 70(7), 421–425. [doi:10.1662/0002-7685\(2008\)70\[421:bpuplt\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2008)70[421:bpuplt]2.0.co;2)
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB).(2005). Fen ve Teknoloji Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2007). 9. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013a). Fen Bilimleri Dersi Öğretimi Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013b). 9-12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018a). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018b). 9-12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınevi.

- Mills Shaw, K. R., Van Horne, K., Zhang, H. ve Boughman, J. (2008). Essay contest reveals misconceptions of high school students in genetics content. *Genetics*, 178(3), 1157–1168. <https://doi.org/10.1534/genetics.107.084194>
- Mulligan, E. A. (2017). Building zoob models to help students learn about nucleic acid structure and function. *The American Biology Teacher*, 79(4), 294–300. <https://doi.org/10.1525/abt.2017.79.4.294>
- Özatlı, S. (2018). Değişen biyoloji dersi öğretim programının incelenmesi. H. Gür ve H. H. Gür (Ed). *Uluslararası NecatiBey Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi Bildiri Tam Metin Kitabı*: Cilt IV.(s.404-415) 26-28 Ekim, Balıkesir, Türkiye, ISBN: 978-605-258-240-4.
- Patel, V. L., Kaufman, D. R. ve Magder, S. (1991). Causal explanation of complex physiological concepts by medical students. *International Journal of Science Education*, 13(2), 171–185.
- Saka, A. ve Akdeniz, A.R. (2004). Genetik konusuna ait kavram yanlışlarının farklı seviyelere göre değişimi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 188-209
- Saka, A. ve Akdeniz, A. R. (2006). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5e modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 129–141.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A. R. ve Ayas, A. (2006). A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: How do they image the gene, DNA and chromosome? *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 192–202. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9006-6>
- Sanger, M.J., Brecheisen, D.M. ve Hynek, B.M. (2001). Can computer animation affect college biology students' conceptions about diffusion & osmosis? *The American Biology Teacher*, 63, 104–109.
- Saraç, H. (2018). The effect of learning cycle models usage on students' permanence of the learned information: A meta-analysis study. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26 (3), 1-10. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.413322>
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64, 489–528.
- Smith, M. K., Wood, W. B., Knight, J. K. ve Ebert-May, D. (2008). The genetics concept assessment: A new concept inventory for gauging student understanding of genetics. *CBE-Life Sciences Education*, 7(4), 422–430. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-08-0045>
- Sterne, J. A. C., Sutton, A. J., Ioannidis, J. P. A., Terrin, N., Jones, D. R., Lau, J., Carpenter, J., Rücker, G., Harbord, R. M., Schmid, C. H., Tetzlaff, J., Deeks, J. J., Peters, J., Macaskill, P., Schwarzer, G., Duval, S., Altman, D. G., Moher, D. ve Higgins, J. P. T. (2011). Recommendations for examining and interpreting funnel plot asymmetry in meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ*, 343, 2-8. <https://doi.org/10.1136/bmj.d4002>
- Taşçı, G. ve Soran, H. (2008). Hücre bölünmesi konusunda çoklu ortam uygulamalarının kavrama ve uygulama düzeyinde öğrenme başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 233-243.
- Tri, J. ve Tri, S. (2018). Biology education students' mental models on genetic concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 17(3), 474–485.
- Tsui, C. ve Treagust, D. F. (2004a). Conceptual change in learning genetics: An ontological perspective. *Research in Science & Technological Education*, 22(2), 185–202. <https://doi.org/10.1080/0263514042000290895>
- Tsui, C.Y. ve Treagust, D. (2004b). Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia. *The American Biology Teacher*, 66, 277–285.
- Turan, M. ve Koç, I. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlamaları ve kavram yanlışları. *Başkent Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 5(2), 107–121.
- Tversky, B., Bauer Morrisony, J. ve Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal Human-Computer Studies*, 57, 247–262.
- Ültay, N. ve Çalık, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 686-701. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9357-5>
- Üstün, U. ve Eryılmaz, A. (2014). A research methodology to conduct effective research syntheses: Meta-Analysis. *Ted Eğitim ve Bilim*, 39(174), 1-32. <https://doi.org/10.15390/EB.2014.3379>
- Vattam, S. S., Goel, A. K., Rugaber, S., Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Gray, S. ve Sinha, S. (2011). Understanding complex natural systems by articulating structure-behavior-function models. *Educational Technology & Society*, 14(1), 66–81.
- Venville, G. J., & Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1031-1055.

- Vogel, J, Vogel, D.S., Cannon-Bowers, J., Bowers C.A., Muse, K. ve Wright M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34, 229–243.
- Yarden, H. ve Yarden, A. (2010). Learning using dynamic and static visualizations: students' comprehension, prior knowledge and conceptual status of a biotechnological method. *Research in Science Education*, 40(3), 375-402.
- Yılmaz, Ş., Aydın, F. ve Bahar, M. (2015). 1992-2011 yılları arasında çevre eğitimi ile ilgili yayımlanan yüksek lisans ve doktora tezlerindeki genel yönelimlerin belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19, 383-413. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.33216>

İncelenen Kaynaklar

- Altıparmak, M. ve Nakiboğlu Tezer, M. (2009). Hands on group work paper model for teaching DNA structure, central dogma and recombinant DNA. *US-China Education Review*, 6(1), 19–23.
- Araz, G ve Sungur, S. (2007). Effectiveness of problem-based learning on academic performance in genetics. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 35(6) 448–451.
- Arıkan, F., Aydoğdu, M., Doğru, M. ve Uşak, M. (2006). Bilgisayar destekli biyoloji öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 35(171), 177–187.
- Balcı, C. ve Yenice, N. (2016). Effects of the scientific argumentation based learning process on teaching the unit of cell division and inheritance to eighth grade students. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 2(1), 67–84.
- Demir, A. ve Sezek, F. (2009). İlköğretim sekizinci sınıf fen ve teknoloji dersi genetik ünitesindeki kavram yanlışlarının giderilmesinde grafik materyallerin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 573–587.
- Günes, P., Katircioğlu, H. ve Yılmaz, M. (2015). The effect of performance based evaluation on preservice biology teachers' achievement and laboratory report writing skills. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 71-83.
- Kara, Y. (2009). Özel öğretici yazılımın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(3), 651-672.
- Kara, Y. (2013). Eğlenceli eğitim yazılımının öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve biyolojiye karşı tutumlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 25(25), 129–138.
- Kazancı, M. Atılboz, N. G., Nihal, D. O., Bora, A. ve Altın, M (2003). Kavram haritalama yönteminin lise 3. sınıf öğrencilerinin genetik konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 135–141.
- Kazu, I. Y. ve Demirkol, M. (2014). Effect of blended learning environment model on high school students' academic achievement. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 13(1), 78-87.
- Keleş, Ö., Uşak, M. ve Aydoğdu, M. (2006). İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi dersi" genetik" ünitesi DNA Watson Crick modelinin sınıf içi uygulamalarla kavratılmasının öğrenci başarısına etkisi. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 53-63.
- Kılınc, A. (2008). Hücre bölünmelerinin öğretiminde yeni bir yaklaşım: "Bölünen parmaklar". *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 82-99.
- Özay, E. (2008). Mitoz-mayoz konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 211-220.
- Taşçı, G. ve Soran, H. (2008). Hücre bölünmesi konusunda çoklu ortam uygulamalarının kavrama ve uygulama düzeyinde öğrenme başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 233-243.
- Yeşilyurt, S. ve Kara, Y. (2007). Ders yazılımlarının öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve biyolojiye karşı tutumlara etkisinin araştırılması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 75-84.
- Yıldırım, B. ve Girgin, S. (2012). The effects of cooperative learning method on the achievements and permanence of knowledge on genetics unit learned by the 8th grade students. *Elementary Education Online*, 11(4), 958–965.

Teşekkür: Bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından KÜ-BAP01/2016- 63 nolu proje ile desteklenmiştir.