

Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik ile İlişkilendirdikleri Kavramların Özgün Zihin Haritaları Aracılığıyla Boylamsal Olarak İncelenmesi*

Longitudinally Examining of the Secondary School Students' Concepts Associated with Genetics via Novel Mind Maps

Özge Çakır¹, Sami Özgür²

¹ Sorumlu Yazar, Doktora Öğrencisi, Balıkesir Üniversitesi, ozgecakirbiology@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0002-7949-364X>)

² Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi, samiozgur@balikesir.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0002-6953-0961>)

Geliş Tarihi: 24.03.2023

Kabul Tarihi: 14.07.2023

ÖZ

Araştırmada öğrencilerin genetik kavramı ile ilişkilendirdikleri kavramlar 9. sınıftan 12. sınıf sonuna kadar incelenmiştir. Öğrencilerden “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” ile genetik kavramına ilişkin akıllarına gelen ilk on kelimeyi yazmaları her sene istenmiştir. Ankete verilen öğrenci cevapları nitel içerik çözümleme yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları “Processing 3.3.7” programına aktararak öğrencilerin 9. ve 10. sınıflarda verdikleri cevaplar için ayrı, 11. ve 12. sınıflarda verdikleri cevaplar için ayrı olmak üzere toplamda iki tane özgün zihin haritası elde edilmiştir. Oluşturulan özgün zihin haritalarında kavramların öğrenciler tarafından söylenme sıklığı ve öğrencilerin aklına gelme öncelikleri birlikte gösterilmiştir. Bunun sonucunda ortaöğretim boyunca öğrencilerin genetik denilince akıllarına gelen ilk üç kavramın DNA, gen ve biyoloji olduğu, frekansı en yüksek olan kavramların ise DNA ve biyoloji olarak açığa çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca soyağacı ve üreme kavramlarının 9. ve 10. sınıfları temsil eden zihin haritasında varken, 11.ve 12. sınıfları gösteren zihin haritasında yer almadığı; protein, adaptasyon ve biyoteknoloji kavramlarının 9. ve 10. sınıfları gösteren zihin haritasında yer almazken, 11. ve 12. sınıfların zihin haritasında yer aldığı görülmüştür. Genetik kavramına ilişkin özgün zihin haritası çalışmalarının farklı tür okullarda yapılması araştırmanın önerilerindedir.

Anahtar Kelimeler: Genetik, özgün zihin haritası, boylamsal araştırma, ortaöğretim.

ABSTRACT

The concepts which students associated with genetics were examined longitudinally in this study. The study group was asked to write ten words regarding the concept of genetics with the "Genetic Key Concept Questionnaire" each year from the 9th class to the 12th class. The students' answers were analyzed with the qualitative content analysis approach. The results were transferred to the "Processing 3.3.7" program thus two novel mind maps were created: one was for the 9th and 10th classes and second one was for the 11th and 12th classes. In these mind maps, the frequencies and priorities of the concepts were shown together. It was determined that the first three concepts were DNA, gene and biology and the

*Bu makale, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı'nda yapılan “Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik Konularındaki Kavramsal Anlama Düzeylerinin Boylamsal Olarak İncelenmesi” isimli doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

concepts with the highest frequencies were DNA and biology. While the concepts of genealogical tree and reproduction were present at the 9th and 10th classes, they were not included at the 11th and 12th classes. It was observed that the concepts of protein, adaptation and biotechnology were not included at the 9th and 10th classes, but they were included at the 11th and 12th classes. It was suggested that novel mind mapping studies regarding genetics should be carried out at different types of schools.

Keywords: Genetics, novel mind map, longitudinal research, secondary education.

GİRİŞ

Bilim dalları içinde tamamlayıcı ve dengeleyici bir rol oynayan biyoloji bilimi (Brown, 1995) içindeki en önemli konulardan biri genetikdir. Genetik ile ilgili kazanımlarla örgün eğitim boyunca öğrenci, hücredeki olayların yönetiminden sorumlu olan DNA, replikasyon, mutasyon, kalıtsal hastalıklar, RNA ve protein sentezi, genetik mühendisliği ve biyoteknoloji gibi kavramlarla karşı karşıya gelir (MEB 1, 2018; MEB 2, 2018). Kavram, olguların ortak özelliklerini gösteren bilgi içeriğidir (Çeliköz, 1998). Biyoloji eğitiminde öğrencilerin zihinlerindeki kavramların eğitim öncesi, sırası ve sonrasında araştırılmasının, öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasını sağladığı ve eğitimin başarısına dair araştırmacılara veriler verdiği bilinen bir gerçektir. Kavram yanlışlığı evrensel olarak kabul edilen bilimsel bilgilerden farklı olarak kişinin bilişinde oluşan algıdır (Terry & Jones, 1986). Kavram yanlışlığı öğrencilerin kavramı öğrenmesini zorlaştıran etkenlerdendir (Çakır & Yürük, 1999). Kavram yanlışlarının giderilmesi, öğretimin kalıcılığının artırılması gibi nedenlerle öğrencilerin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi, yapılandırılmış grid, dallanmış ağaç, kavram haritaları, kavramsal değişim metinleri, analogi, tahmin-gözlem ve açıklama gibi çeşitli stratejilerle araştırılması (Bahar, 2003) eğitim için büyük önem arz eder. Bu stratejilere zihin haritaları da eklenebilir. Zihin haritaları fen bilimleri konularında öğrencilerin farklılıkları göz önüne alınarak, öğrencilerin hazır bulunuşlukları ve kavram yanlışlarının açığa çıkarılmasında kullanılabilir (Evrekli vd., 2009). Bu yönleri ile zihin haritalarının öğretimi bireyselleştirdiği ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarında kullanılmaya oldukça elverişli olduğu söylenebilir. Zihin haritasında mutlaka merkezde bir ana kavram olur ve o kavramdan farklı renklerde temel kavramlar dallanarak onların da farklı dallara ayrılması ile harita tıpkı beynimizdeki sinir hücrelerinin uzantıları gibi organik, doğrusal olmayan bir halde şekillenir (Buzan, 2018). Zihin haritaları dersleri hazırlama ve gözden geçirmede kullanılacak bir eğitim aracıdır, aynı zamanda görsel ve renkli olduğu için konuları sıkıcı olmaktan kurtaran ve yeni bilgilerin eklenmesine olanak tanıyan bir açıklayıcıdır (Edwards & Cooper, 2010). Zihin haritaları bireysel ya da grup halinde beyin fırtınası yapmakta, bilgiyi özetleme ve sunmada, not almada, karmaşık problemleri düşünmede, anlamlı öğrenmede kullanılabilir (Adodo, 2013; Buzan, 2013). Her ne kadar zihin haritaları kavram haritalarına benzese de aralarında ciddi farklar vardır. Örneğin; zihin haritaları kavram haritalarına göre daha esnek, görsel açıdan daha kuvvetli ve bireyseldir (Adodo, 2013). Ayrıca kavram haritalarında daha hiyerarşik ve ağaca benzer bir yapı varken, zihin haritaları daha organik ve ışınsaldır (Davies, 2011). Bununla birlikte zihin haritaları akılda kalıcılığı fazla olan, sonraki kullanımlarda genişletilebilmesi mümkün olan haritalardır (Eppler, 2006). Hangi tür haritanın kullanılacağı kişinin amacına bağlı olarak seçilmelidir.

Zihin haritaları elle yapılabileceği gibi zaman içerisinde geçirdiği değişimler sonucu bilgisayar programları ile de çizilebilmektedir. (Buzan, 2018). Özgür vd. (2020) yaptığı özgün zihin haritası buna örnek bir çalışmadır. Özgür vd. (2020) araştırmalarında, uluslararası FRC (First Robotics Competition) robotik yarışmasının 2018'de Türkiye'de gerçekleştirilen bölümüne katılan 282 kişinin, FRC kelimelerini duyduklarında akıllarına gelen ilk 10 kelimeyi bir kelime ilişkilendirme testi aracılığı ile yazmalarını istemişlerdir. Böylece elde edilen verilerle "Processing 3.3.7" programını kullanarak özgün bir zihin haritası oluşturmuşlardır. Zihin haritalarının yeni bir formu olarak Özgür vd. (2020) yaptığı araştırmada oluşturulan özgün

zihin haritasının, sadece FRC'ye ilişkin katılımcıların kavramsallaştırmaları için kullanılmış olması, özgün zihin haritasına yönelik yeni araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

Özgün zihin haritasının hangi konuda oluşturulacağı ile ilgili yapılan alan yazın çalışması üzerine genetik konusunun soyut ve bu nedenle anlaşılmasında güçlük çekilen (Özsevgeç vd., 2014), öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor olarak görülen (Sıcaker & Aydın, 2015) ve öğrencilerin sıkıcı olarak algıladığı (Yıldızay, 2020) bir konu olduğu görülmüştür. Ayrıca Büyükkol (2019), farklı sınıf düzeylerinden lise öğrencileri ve üniversite 1. Sınıf öğrencilerine uyguladığı biyoloji zorluk kavramı anketinden en zor konu olarak "kalıtım" konusunun açığa çıktığını ifade etmiştir. Bu nedenlerle, özgün kavram haritasının genetik kavramlarına ilişkin uygulanmasına karar verilerek, bu konuda yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalardan biri Lewis ve Wood-Robinson (2000) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, 14-16 yaşlarında ve temel eğitimi tamamlamak üzere olan 482 öğrencinin gen, kromozom ve hücre gibi temel konular ile genetik bilginin aktarımı hakkında bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlarının olduğunu belirlemişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda araştırmacılar, temel öğretim programının öğrencilerin bilimsel bilgileri ve becerilerini geliştirme amacı ile tasarlanmasını önermişlerdir (Lewis & Wood-Robinson, 2000). Marbach-Ad ve Stavy (2000), 9. ve 12. sınıf öğrencileri ve öğretmen adayları ile anket ve görüşmeler gerçekleştirmiş; 9. sınıf öğrencilerinin insan haricindeki organizmaların genetik materyallerini tam olarak anlayamadığını, 12. sınıf öğrencilerinin RNA, transkripsiyon, translasyon süreçlerini anlamakta zorlandığını, aday öğretmenlerin de yarısının RNA'yı ve görevini kavrayamadığını açığa çıkarmışlardır. Araştırmacılar bulgular ışığında öğretim programı içeriğinde ve öğretme yöntemlerinde yenilikler yapılmasını tavsiye etmişlerdir (Marbach-Ad & Stavy, 2000).

Genetik konusu ile ilgili yapılmış ülkemizdeki bazı çalışmalar incelendiğinde, Şahin (2018) tarafından yapılan bir tez çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan kelime ilişkilendirme testleri ile öğretmen adaylarının DNA, RNA, gen, çekirdek, replikasyon ve translasyon kavramları ile ilgili bilişsel yapılarının açığa çıkarıldığı bilgisine ulaşılmıştır. Ayrıca aynı çalışmada kavramsal değişim metinleri ve kavram karikatürleri ile öğretmen adaylarının DNA replikasyonu ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışları giderilmeye çalışılmıştır (Şahin, 2018). Özcan vd. (2022), ortaokul 8. Sınıftan toplam 27 öğrencinin mutasyon, modifikasyon ve adaptasyon kavramlarına ilişkin öğretim sonrası bilişsel yapılarını çizme- yazma formu ile belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, öğrencilerin mutasyon kavramını tam olarak kavrayamadıklarını, modifikasyon ve adaptasyon kavramlarında bazı eksikliklerinin olduğunu bulmuşlardır. Soğukpınar ve Karışan (2019) tarafından yapılan bir derleme çalışmasında, genetik ve biyoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlar konusunda 1999 - 2018 yılları arasında yayımlanan 46 çalışma incelenmiş ve bu çalışmalardan lise öğrencileriyle yapılan araştırmaların incelenmesi sonucu bunların çoğunun nicel tarama şeklinde gerçekleştirildiği sonucu açığa çıkarılmıştır. Bu sonuç, nitel bir araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu araştırmada, çalışma grubunun sınıf düzeyi arttıkça genetik kavramı ile ilgili olarak zihinsel süreçlerindeki değişim özgün zihin haritaları ile gösterilmiş ve bu konuda nitel, boylamsal bir araştırma yapılmıştır.

1.1.Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı çalışma grubunun genetik temel kavramı ile ilişkilendirdikleri kavramların ortaöğretim boyunca incelenmesidir. Çalışma grubu 9. sınıf ve 10. sınıfta bir grup, 11. sınıf ve 12. sınıfta diğer grup olacak şekilde iki grup olarak ele alınmıştır. Böylece elde edilen çok sayıda veri ile çalışma grubunun genetik konusundaki zihinsel değişiminin iki özgün zihin haritası oluşturularak karşılaştırılması hedeflenmiştir. Buna göre araştırmanın problemi, "Çalışma grubu ortaöğretim boyunca genetik temel kavramını farklı sınıf seviyelerinde hangi kavramlarla hangi sıklıkta ve sıralamada ilişkilendirmektedir?" olarak belirlenmiştir.

YÖNTEM

Nitel araştırma yöntemlerinin durum çalışması, olgubilim çalışmaları, eylem araştırmaları gibi pek çok farklı türü mevcuttur. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden boylamsal durum çalışması deseni kullanılacaktır. Durum çalışması, konulara ilişkin sorularla betimleyici sorularla derinlemesine bir anlayışın geliştirilmesine olanak tanıyan, durumu oluşturan şartların içeriğinin ayrıntılı olarak farklı veri toplama araçları ile analiz edildiği bir yaklaşımdır (Creswell vd., 2007; Yin, 2003). Nitel boylamsal çalışmalarda ise, küçük bir grup birkaç yıl boyunca bir araştırmaya tabi tutulur ve zamanın sorgulanan durumlara olan etkisi incelenerek bu etki yorumlanır (Epstein & Pendleton, 2002; Holland vd., 2006). Çalışma için gerekli izinler Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu, İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve İzmir Valiliği'nden alınmıştır.

2.1.Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunun, amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilen İzmir merkezde yer alan bir ilçede bulunan bir proje anadolu lisesinde öğrenim gören 9. sınıf öğrencilerinden oluşması ve bu öğrencilerin ortaöğretim boyunca izlenmesi planlanmıştır. Amaçlı örnekleme olguları anlamak ve bunların arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için tercih edilen bir örnekleme yaklaşımıdır (Büyüköztürk vd., 2008). Bu doğrultuda seçilen Anadolu lisesinin 9. sınıf şubelerinde öğrenim gören 56 öğrenci çalışma grubu olarak alınmıştır. Ancak pandemi nedeni ile 16 Mart 2020 tarihinde ilköğretim ve ortaöğretime bir hafta ara verilmesi, 23 Mart 2020 tarihinden itibaren ise uzaktan eğitime geçilmesi nedeni ile 2020 eğitim- öğretim yılının 2. döneminden itibaren çalışma grubu olarak seçilen 9. sınıf öğrencileri okula gelmemiştir. Bu öğrenciler ancak 10. sınıfın başında sınav olmak için okula geldiklerinde veri toplama araçları kendine uygulanabilmiş, 10. sınıfın 2. döneminde olan “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesini görmedikleri için bu öğrenciler 9. sınıf çalışma grubu olarak adlandırılmıştır. Bilimsel araştırma etiğinin sağlanması amacı ile ortaöğretim boyunca öğrencilere yapılan uygulamalar sırasında ad ve soyad alınmamış, öğrencilerden sadece Türkiye Cumhuriyeti kimlik numaralarının ilk iki rakamı ile anne kızlık soyadlarının son iki harfini yazmaları istenmiş ve böylece her bir öğrenci için bir kod oluşturulması sağlanmıştır. Aynı 56 öğrenci 10. sınıfın sonunda Covid- 19 tedbirleri devam ederken sadece sınavlarını olmak için okula geldiklerinde, “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesini uzaktan eğitimde gördükleri için bu öğrencilere veri toplama aracı uygulanarak 10. sınıfa ilişkin veriler kendilerinden toplanmıştır. Öğrenciler 11. sınıfın başında iken uzaktan eğitimden yüz yüze eğitime geçilmiş, 5 öğrencinin başka okullardan gelmesi nedeni ile toplam 61 öğrenciye 11. sınıfta veri toplama aracı uygulanmıştır. 12. sınıfa geçtiklerinde öğrencilerin bir kısmı açık liseye geçmiş, bir kısmı yabancı dil ve eşit ağırlık bölümlerini seçerek sayısal sınıflarından ayrılmışlardır. Dolayısı ile çalışma grubunda 35 öğrenci kalmıştır. Boylamsal çalışmalarda veri kaybının yaşanması özellikle çalışma grubunun insan olduğu durumlarda veya ölçümler arasında belirli süreler varsa olağan bir sorundur (Laird, 1988). Kalan 35 öğrenciye 12. Sınıfta “Genden Proteine” ünitesini gördükten sonra veri toplama aracı uygulanmıştır. 12. sınıfta son uygulamanın yapıldığı öğrenci grubu çalışma grubunu oluşturmuş, bu 35 öğrencinin verileri 9., 10., 11. ve 12. sınıf düzeyinde bilgisayara aktarılmıştır. Özgün zihin haritalarının oluşturulmasında çok sayıda veriye gereksinim olması nedeni ile 9. ve 10. sınıflar bir grup, 11. ve 12. sınıflar bir grup olacak şekilde çalışma grubu iki kategoride ele alınmıştır. Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda (MEB 2, 2018) gelişimin basitten karmaşığa doğru ilerlemesine paralel olarak kavramlar 9. ve 10. sınıfta daha temel düzeyde, 11. ve 12. Sınıfta öğrencilerin 9. ve 10. sınıfın kavramlarını da bilmesi ile daha üst düzeyde ele alınmaktadır. Ayrıca 9. ve 10. sınıfta biyoloji dersi tüm ortaöğretim öğrencileri için ortak olarak görülmekte, 11. ve 12. sınıfta ise sadece sayısal alan seçen öğrenciler tarafından alınmaktadır. Dolayısı ile 9. ve 10. sınıfların özgün zihin haritasının daha temel düzeyde bir genetik bilgisinde olan çalışma grubu için açığa çıkması, 11. ve 12. sınıfların özgün zihin haritasının daha üst düzeyde bir genetik bilgisindeki çalışma grubu için oluşması beklenmektedir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Öğrencilerin genetik temel kavramı ile ilişkilendirdikleri alt kavramların ortaöğretim boyunca izlenmesi amacı ile gerekli etik kurul ve valilik izinleri alınarak, “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” çalışma grubuna uygulanmıştır. Anket, bir kelime ilişkilendirme testi olarak hazırlanmıştır. Ankette genetik kelimesi anahtar kavram olarak 10 kere alt alta yazılmış ve 60 saniye içinde öğrencilerin genetik ile ilişkilendirdikleri kelimeleri yazmaları istenmiştir. Anahtar kavramın alt alta yazılmasının nedeni “zincirleme cevap riskini” azaltmaya yöneliktir, yani öğrencilerin anahtar kavram için yazdıkları kelimenin çağrışımı olarak akıllarına gelen kavramı belirtmelerini önlemek içindir (Bahar & Özatlı, 2003). Kelime ilişkilendirme testlerinin değerlendirilmesinde kesme noktası denilen bir teknik dikkate alınır. Bu teknikte anahtar kelimelere verilen cevapların frekansları dikkate alınarak, en çok söylenen kelimenin 3-5 kelime aşağısı kesme noktası olarak kullanılır ve bu frekansın üstündeki cevaplar ilk bölüme yazılır, ardından kesme noktası aralıklarla aşağıya çekilir ve tüm anahtar kelimelerin ortaya çıkması sağlanır, böylece kavram haritaları oluşturulur (Bahar vd., 1999). Çalışmadaki anketin analiz yöntemi kelime ilişkilendirme testlerinin analiz yönteminden farklıdır. Çalışmada kullanılan anketin analiz yöntemi için Özgür vd. (2020) yaptığı çalışmadan yararlanılmıştır. Özgür vd. (2020), yaptıkları çalışmada FRC Türkiye katılımcılarının FRC’ye dair kavramsallaştırmalarını göstermek için oluşturdukları özgün zihin haritasında geçerlik ve güvenilirliği, %1 kuralı ile sağlamışlardır. Bu kural, özgün zihin haritasında bir kavramın yer alabilmesi için bu kavramın frekansının, “FRC Türkiye Anketi”ne yazılan FRC Türkiye ile ilgili tüm kavramların en az %1’i kadarı olması gerektiğini ileri sürmektedir. Bu çalışmada kullanılan “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”ne verilen cevapların özgün zihin haritalarında temsil edilmesi için %1 kuralından yararlanılmıştır.

2.3. Veri Analizi

Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi tarafsız bir şekilde içeriğin kodlanarak kategorize edilmesi ile içeriğin anlamlandırılmasını sağlayan sistematik bir tekniktir (Büyükoztürk vd., 2008). Özgür vd. (2020) çalışmasında kullanılan analiz yönteminden hareketle, “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”ne öğrencilerin yazdığı cevaplar sayılarak toplam kavram sayısı bulunmuş, genetik konusu ile ilişkili olmayanlar çıkarılmış ve benzer cevaplar gruplandırılmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik kuralı ile temel anahtar kavramlar belirlenmiştir. Temel anahtar kavramın öğrenciler tarafından yazılma sıklığı, temel anahtar kavramın altında gruplanan kavramlar da dahil edilerek sayılmış ve böylece her bir temel anahtar kavram için frekanslar belirlenmiştir. Temel anahtar kavramın öğrencilerin akıllarına gelme önceliği ise, öğrencilerin ilk yazdığı kavrama 0, son yazdığı kavrama 9 denilecek şekilde her bir temel anahtar kavram kategorisi için öğrenci cevapları tek tek sayılarak toplanmıştır. Sonrasında bu toplam, temel anahtar kavramın kendi frekansına bölünerek her bir temel anahtar kavramın ana kavram olan genetik kavramına uzaklığı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, “Processing 3.3.7” programı kullanılarak oluşturulan özgün zihin haritalarında gösterilmiştir. Zihin haritalarında “Genetik” ana dairesinin çevresinde farklı alan ve uzaklıklara sahip daireler bulunmaktadır. Ana daire alanı, diğer tüm dairelerin alanlarının toplamına eşittir. Her bir daire alanı da, kullanılan anahtar kavramların sıklığını (frekans) göstermektedir. Öte yandan, “genetik” dairesinin merkezi ile her bir temel anahtar kavram dairesinin merkezi arasındaki mesafe, ilgili temel anahtar kavramın, katılımcıların akla gelme önceliğini (uzaklık) belirtmektedir.

BULGULAR

Özgün zihin haritasının oluşturulabilmesi için çok sayıda veriye ihtiyaç duyulması nedeni ile çalışma grubu 9. ve 10. sınıf seviyelerinde birinci grup, 11. ve 12. sınıf seviyelerinde ikinci grup olacak şekilde karşılaştırılmış, böylece öğrencilerin ortaöğretim boyunca geçirdikleri

genetik konularına ilişkin zihinsel sürecin sonuçları gösterilmiştir. Bu şekilde çalışma grubu her bir özgün zihin haritasında $35 \times 2 = 70$ kişi olarak ele alınmıştır. Aşağıdaki tabloda katılımcıların (n=70), 9. ve 10. sınıfta “genetik” kelimesine kaç kelime ile cevap verdiklerinin istatistikleri frekans olarak verilmiştir.

Tablo 1

Çalışma Grubunun 9. ve 10. Sınıfta Genetik ile İlgili Kavramsallaştırmalarının Betimsel İstatistikleri

Katılımcı Sayısı (n)	Kullanılan Kelimelerin Sıklığı(f)
66 (% 94.285)	10
0(% 0)	9
0 (% 0)	8
2 (% 2.857)	7
1 (% 1.428)	6
1 (% 1.428)	5
0 (% 0)	4
0 (% 0)	3
0 (% 0)	2
0 (% 0)	1
0 (% 0)	0
70 (% 100)	685

Tablo 1’den anlaşılacağı üzere; 66 (% 94.285) katılımcı genetik sözcüğünü 10 tane kavramla ilişkilendirmiş, katılımcıların 2’si (% 2.857) 7, 1’i (% 1.428) 6, 1’i (% 1.428) 5 tane cevap vermiştir. Katılımcıların hepsinden veri sağlanabilmiştir. Buna göre; öğrencilerin 9. ve 10. sınıf düzeylerinde uygulanan ankete genetik kelimesine yönelik olarak toplam 685 sözcük ile cevap verdiği görülmüştür. Bu cevaplardan konu ile ilgisi olmayan yanıtlar (f = 21) çıkarılmış, böylece çalışmaya alınan toplam kavram 664 olarak hesaplanmıştır. Geçerlik ile güvenilirliği sağlamak için toplam kavramın % 1’inin (f= 6) altında kalan 3 temel anahtar kavram olan protein (f = 3), virüs (f = 2) ve adaptasyon (f= 2) kavramları zihin haritasına alınmamıştır. Katılımcıların verdikleri cevaplar analiz edilerek bu cevaplar % 1 kuralı ile 16 temel anahtar kavramda gruplandırılmıştır. Tablo 2, bu temel anahtar kavramları ve anahtar kavramların kullanım sıklıkları ile ana daireye olan uzaklıklarını göstermektedir.

Tablo 2

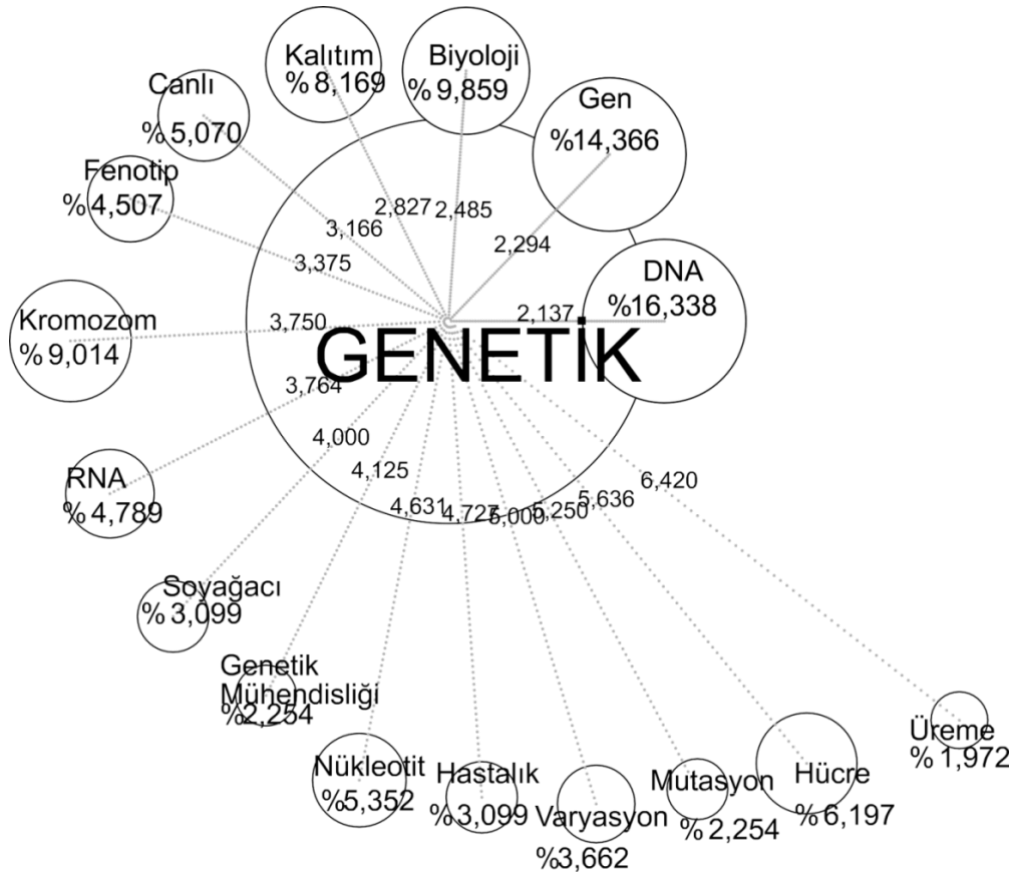
Çalışma Grubunun 9. ve 10. Sınıfta Genetik ile İlgili Kavramsallaştırmaları

Temel Anahtar Kavramlar	Kullanım Sıklığı (Dairenin Alanı)	Sıralama Puanı (Uzaklık)
DNA	58 (%16.338)	2.137
Gen	51 (%14.366)	2.294
Biyoloji	35 (%9.859)	2.485
Kalıtım	29 (% 8.169)	2.827
Canlı	18 (% 5.070)	3.166
Fenotip	16 (% 4.507)	3.375
Kromozom	32 (% 9.014)	3.750
RNA	17 (% 4.789)	3.764
Soyağacı	11 (% 3.099)	4.000
Genetik Mühendisliği	8 (% 2.254)	4.125
Nükleotit	19 (% 5.352)	4.631
Hastalık	11 (% 3.099)	4.727
Varyasyon	13 (% 3.662)	5.000
Mutasyon	8 (% 2.254)	5.250
Hücre	22 (% 6.197)	5.636
Üreme	7 (% 1.972)	6.420

Tablo 2, öğrencilerin çoğunun genetik kavramını zihinlerinde, DNA, gen ve biyoloji kavramları ile ilişkilendirdiğini açığa çıkarmaktadır. Bu kavramların ayrıca, katılımcıların genetik denilince akıllarına gelen ilk kavramlar olduğu görülmektedir. Katılımcılar tarafından en az söylenen üç kelime ise üreme, mutasyon ve genetik mühendisliği olmuştur. En son sıralarda söylenen kelimelerin ise üreme, hücre ve mutasyon olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen verilerin Processing 3.3.7 programına aktarılması ile oluşturulan özgün zihin haritası, genetik denilince katılımcıların ilk önce akıllarına gelen temel anahtar kavramdan (DNA), en son akıllarına gelen temel anahtar kavrama (üreme) doğru tasarlanmıştır.

Şekil 1

Çalışma Grubunun 9. ve 10. Sınıf Seviyelerindeki Genetik Kavramsallaştırmalarını Gösteren Özgün Zihin Haritası



11. ve 12. sınıf düzeylerinde uygulanan ankette öğrencilerin (n= 70), genetik kelimesini duyduklarında 674 sözcük ile cevap verdiği görülmüş ve bununla ilgili tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 3

Çalışma Grubunun 11. ve 12. Sınıfta Genetik ile İlgili Kavramsallaştırmalarının Betimsel İstatistikleri

Katılımcı Sayısı (n)	Kullanılan Kelimelerin Sıklığı (f)
63 (% 90)	10
3 (% 4.285)	9
0 (% 0)	8

1 (% 1.428)	7
2 (% 2.857)	6
0 (% 0)	5
1 (% 1.428)	4
0 (% 0)	3
0 (% 0)	2
0 (% 0)	1
0 (% 0)	0
70 (% 100)	674

Tablo 3'ten anlaşılacağı üzere; 63 (% 90) katılımcı genetik sözcüğünü 10 tane kavramla ilişkilendirmiş, katılımcıların 3'ü (% 4.285) 9, 1'i (% 1.428)7, 2'si (% 2.857) 6, 1'i (% 1.428) 4 tane cevap vermiştir. Katılımcıların hepsinden veri sağlanabilmiştir. Toplam 674 cevaptan konu ile ilgisi olmayan yanıtların (f = 12) çıkarılması ile çalışmaya alınan kavram sayısı 662 olarak bulunmuştur. Geçerlik ve güvenilirliği sağlamak amacı ile toplam kavramın %1'inden (f = 6) az olan 6 temel anahtar kavram; soyağacı (f = 5), üreme (f = 5), hormon (f = 4), modifikasyon (f = 4), evrim (f = 4) ve varyasyon (f = 2) kavramları olarak belirlenmiş ve bu kavramlar zihin haritasında yer almamıştır. 35 öğrenciye söz konusu anket ikişer kez uygulandığı için tabloda katılımcı sayısı 35 x 2= 70 olarak alınacaktır.

Katılımcıların verdikleri cevaplar analiz edilerek geçerlik ve güvenilirlik kuralı uygulanmış, böylece 16 temel anahtar kavram açığa çıkmıştır. Buna göre oluşturulan Tablo 4 aşağıda verilmiştir.

Tablo 4

Çalışma Grubunun 11. ve 12. Sınıfta Genetik ile İlgili Kavramsallaştırmaları

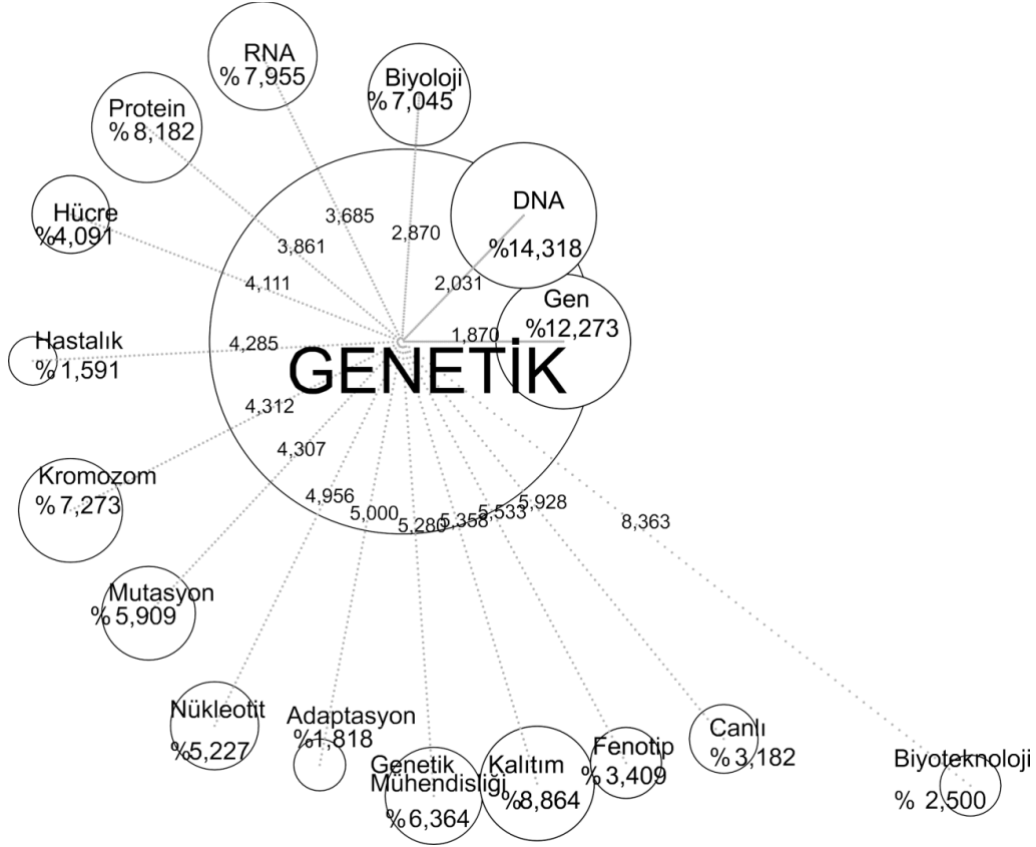
Temel Anahtar Kavramlar	Kullanım Sıklığı (Dairenin Alanı)	Sıralama Puanı (Uzaklık)
Gen	54 (% 12,273)	1.870
DNA	63 (% 14.318)	2.031
Biyoloji	31 (% 7.045)	2.870
RNA	35 (% 7.955)	3.685
Protein	36 (% 8.182)	3.861
Hücre	18 (% 4.091)	4.111
Hastalık	7 (% 1.591)	4.285
Kromozom	32 (% 7.273)	4.312
Mutasyon	26 (% 5.909)	4.307
Nükleotit	23 (% 5.227)	4.956
Adaptasyon	8 (% 1.818)	5.000
Genetik Mühendisliği	28 (% 6.364)	5.280
Kalıtım	39 (% 8.864)	5.358
Fenotip	15 (% 3.409)	5.533
Canlı	14 (% 3.182)	5.928
Biyoteknoloji	11 (% 2.500)	8.363

Tablo 4, öğrencilerin çoğunun genetik kavramını zihinlerinde, DNA, gen ve kalıtım kavramları ile ilişkilendirdiğini açığa çıkarmaktadır. Katılımcıların genetik denilince akıllarına gelen ilk kavramların gen, DNA ve biyoloji olduğu görülmektedir. Katılımcılar tarafından en az söylenen üç kelime hastalık, adaptasyon ve biyoteknoloji olmuştur. En son sıralarda söylenen kelimeler fenotip, canlı ve biyoteknolojidir.

Tablo 4'teki verilerin Processing 3.3.7 programına aktarılması ile elde edilen özgün zihin haritası, Şekil 2 ile gösterilmiştir.

Şekil 2

Katılımcıların 11. ve 12. Sınıf Seviyelerindeki Genetik Kavramsallaştırmalarını Gösteren Özgün Zihin Haritası



TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıftaki bulgularına göre; öğrencilerin ilk akıllarına gelen kavramlar DNA, gen ve biyoloji olurken; 11. ve 12. sınıfa geçtiklerinde bu kavramlar gen, DNA ve biyoloji şeklinde sıralanmaktadır. Çalışmada 9. ve 10. sınıfların özgün zihin haritasının daha temel düzeyde olması, 11. ve 12. sınıfların özgün zihin haritasının daha üst düzeyde açığa çıkması beklenmekteyken, sıralamalar değişse de en önce akla gelen ilk üç kavramın ortaöğretim boyunca aynı şekilde kalması ilginçtir. Ortaöğretim Biyoloji dersi öğretim programının 12. sınıfında bulunan “Genden Proteine” ünitesinin kazanımları incelendiği zaman, genetik konularına ilişkin pek çok farklı konu ve kavramın yer aldığı görülmektedir (MEB 2, 2018). Buna rağmen 11. ve 12. sınıfları temsil eden özgün zihin haritasında öğrencilerin aklına gelen ilk üç kavram değişmemiştir. Sonuç olarak, bilgi düzeylerinden bağımsız bir şekilde öğrencilerin genetik temel kavramını ortaöğretim boyunca ilk üçte aynı kavramların sıralanması ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir.

DNA ve gen kavramları ortaöğretim boyunca öğrencilerin en çok söyledikleri kavram olmuştur. Öğrencilerin en çok söyledikleri 3. kavram 9. ve 10. sınıfta biyoloji olurken, 11. ve 12. sınıfta kalıtım şeklinde yer almıştır. 9. ve 10. sınıfta olup 11. ve 12. Sınıfta olmayan kavramlar ise soyağacı, varyasyon ve üremedir. Soyağacı, varyasyon ve üreme kavramlarının

9. ve 10. Sınıfta açığa çıkıp 11. ve 12. sınıfta görülmemesinin nedeni, soyağacı ve varyasyon kavramının 10. sınıfta “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesinde, üreme kavramının da yine 10. sınıfta “Hücre Bölünmeleri” ünitesinde ders kitabında kazanımlar doğrultusunda yer alması olabilir. 11. ve 12. sınıfta olup 9. ve 10. sınıfta olmayan kavramlar ise protein, adaptasyon ve biyoteknoloji olarak görülmektedir. 12. sınıfta protein ve biyoteknoloji kavramlarının “Genden Proteine” ünitesinde, adaptasyon kavramının “Canlılar ve Çevre” ünitesi içinde yer alması nedeniyle öğrencilerin 11. ve 12. sınıfta bu kavramlarının ortaya çıkmış olması olağan olarak kabul edilebilir. 9. ve 10. sınıfta öğrencilerin aklına en son gelen kavramlar mutasyon, hücre ve üreme olurken; 11. ve 12. sınıfta bu kavramların yerini fenotip, canlı ve biyoteknoloji almıştır. Özellikle biyoteknoloji kavramının 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB 1, 2018) ve 12. sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nda (MEB 2, 2018) yer almasına rağmen, 11. ve 12. sınıfta diğer kavramlara göre en uzak noktada (8.363) bulunması ilginçtir. Çünkü 12. Sınıf biyoloji dersi öğretim programının kazanımlarında biyoteknoloji kavramına geniş bir yer ayrılmaktadır (MEB 2, 2018) ve bunun sonucu olarak ders kitabında da biyoteknoloji kavramı önemle vurgulanmaktadır. 12. sınıf öğrencilerinin biyoteknoloji temel kavramını genetik ana kavramı ile daha yakın bir mesafede ilişkilendirmeleri, bu konudaki kazanımların öğrenciler tarafından daha çok edinildiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ancak 11. ve 12. sınıfı temsil eden zihin haritasında biyoteknoloji temel kavramının genetik kavramına bu kadar uzak mesafede yer alması, bu kavramın öğrenciler tarafından yeterince önemsenmediğini göstermektedir. Aktaş’ın (2020) yaptığı bir çalışmada da, öğretmen adaylarının modern biyoteknoloji uygulamalarına ilişkin bilgilerinin yetersiz olduğu bulunması, Gür ve Öz’ün (2023) yaptıkları çalışmalarında biyoteknolojiye yönelik Türkiye’de yapılan az sayıda araştırmanın var olduğunu tespit etmesi ve bunun biyoteknolojiye verilen önemin yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmesi bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

RNA kavramı 9. ve 10. sınıfta öğrencilerin en çok söyledikleri 7. kavram iken, 11. ve 12. sınıfta 5. kavrama yükselmiştir. RNA kavramı hem 9. sınıf (Yaşam Bilimi Biyoloji ünitesinde) hem 12. sınıf (Genden Proteine ünitesinde) ders kitaplarında yer aldığı için öğrencilerin bu kavramı söyleme sıklıklarının arttığı düşünülmektedir. Genetik Mühendisliği kavramı, 9. ve 10. sınıf Biyoloji Öğretim Programı’nda yer almamasına karşın, çalışma grubunun % 2.254’ü tarafından dile getirilen bir kavram olmuştur. Bunun bu kavramın hem 8. sınıf Fen Öğretim Programında yer alması hem de güncel bir konu olması nedeni ile açığa çıktığı düşünülmektedir. 12. sınıfta bu kavramın söylenme sıklığının artmasına (% 6.364), bu kavramın Genden Proteine ünitesinde öğrencilere öğretilmesi yol açmış olabilir. Benzer konuda bir araştırma yapan Kahraman (2020), fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada adayların biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ile ilgili dersleri almadan ve dersleri aldıktan sonra bilişsel yapılarının değişimini kelime ilişkilendirme testleri ile ölçmüştür. Buna göre, adayların biyoteknoloji derslerini aldıktan sonra konu ile ilgili anlamlı daha fazla sayıda kelime üretebildikleri tespit edilmiş, bu sonuç anlamlı öğrenmenin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (Kahraman, 2020).

Johnstone ve Mahmoud (1980) hem öğrenciler tarafından en zor olarak algılanan hem de öğretmenler tarafından aktarılması en zor olan biyoloji konularından birinin genetik olduğunu yaptıkları anketlerle açığa çıkarmışlardır. Bahar (2002) da Türkiye’deki üniversite 1. sınıf öğrencilerinin lisede gördükleri biyoloji dersi hakkında yaptığı araştırma sonucunda, öğrencilerin biyoloji dersinde zorlandıkları 10 konudan 7’sinin genetik ile ilgili olduğunu açığa çıkarmıştır. Bu çalışmada bazı kavramların öğrencilerce yeterince önemsenmemiş olduğu sonucundan yola çıkılarak, genetik konusunda ders kitaplarının yanı sıra öğrencilerin ilgisini çekebilecek ve kalıcı bir öğrenme meydana getirebilecek bilgisayar destekli uygulamaların ortaöğretimde kullanılması için ilgili materyallerin Milli Eğitim Bakanlığı’na öğretmenlere sunulması önerilmektedir. Sinan ve Uşak (2015) protein sentezinde DNA’nın eşlenmesi konusu ile ilgili belirledikleri fen bilgisi öğretmen adaylarının güçlü kavram

yanılgılarının geleneksel öğretim yöntemleri ile giderilemeyeceğini, Saka ve Akdeniz (2005) genetik konusunda geliştirdikleri bilgisayar destekli bir materyalin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarısını arttırdığını, Ortaakarsu ve Sülün (2022) 8. sınıf öğrencileri ile “DNA ve Genetik Kod” ünitesinde “Kahoot!” temelli etkinlikler ile gerçekleştirdiği öğretim sonucunda fen öğrenmeye yönelik motivasyonun yükseldiğini belirtmiştir. Tamir (2023) teorik olarak gerçekleştirilen genetik konusundaki eğitimin yeterli olmadığını ifade ederek bu konuda internet destekli öğrenme araçlarını çalışmasında araştırmış ve genetik konusunda web destekli bir eğitimi önermiştir.

Genetik konusu ile ilgili boylamsal olarak yapılan bu araştırmada açığa çıkan sonuçların nedenlerinin başka araştırmacılar tarafından yapılacak olan çalışmalarda incelenmesinin zor bir konu olan genetik konusunun öğrencilerce anlaşılmasında faydalar sağlayabileceği düşünülmektedir. Genetik kavramına ilişkin Processing 3.3.7 programı kullanılarak özgün zihin haritası çalışmalarının farklı tür okullarda yapılması ve bu araştırmanın sonuçları ile gelecekteki araştırmaların sonuçlarının karşılaştırılarak çalışmanın genişletilmesi önerilmektedir. Özgün zihin haritaları, hem bir zenginleştirilmiş içerik aktarım aracı hem de bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilirliği için, özgün zihin haritalarının kitap yazarları, program geliştiriciler, boylamsal çalışma yapan araştırmacılar, öğretmenler gibi farklı meslek alanlarına ilişkin kullanımlarının, eğitim açısından önemli fırsatlar doğuracağı açıktır. Processing 3.3.7 programı kullanılarak eğitim alanında başka konularda özgün zihin haritası çalışmaları yapılması ve bu haritaların hem araştırmacılar tarafından alan yazının geliştirilmesinde, hem de eğitimciler tarafından öğretim sırasında kullanılması araştırmanın önerileri arasındadır.

KAYNAKÇA

- Adodo, S. O. (2013). Effect of mind-mapping as a self-regulated learning strategy on students' achievement in basic science and technology. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), 163.
- Aktaş, İ. (2020). Öğretmen adaylarının gdo'lara yönelik bilgi, tutum ve kabul etme durumları arasındaki ilişki. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(3), 933-949.
- Bahar, M. (2002). Students' learning difficulties in biology: Reasons and solutions. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(1), 73-82.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies, *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141.
- Bahar, M., & Özatlı, N. S. (2003). Kelime iletişim test yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 75-85.
- Brown, C. (1995). *The effective teaching of biology*. Longman.
- Buzan, T. (2013). *Mind map handbook: The ultimate thinking tool*. HarperCollins.
- Buzan, T. (2018). *Mind map mastery: The complete guide to learning and using the most powerful thinking tool in the universe*. Watkins Media Limited.

- Büyükkol K., E. (2019). *Kalıtım konusuyla ilgili karekod destekli eğitim materyali tasarlama*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Büyükköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark- Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The Counseling Psychologist*, 35(2), 236-264.
- Çakır, S. Ö., & Yürük, N. (1999). Oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanlışları teşhis testinin geliştirilmesi ve uygulanması. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, 23(25), 193-198.
- Çeliköz, N. (1998). Kavram öğrenme ve öğretme ilkeleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 69-76.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter?. *Higher Education*, 62, 279-301.
- Edwards, S., & Cooper, N. (2010). Mind mapping as a teaching resource. *The Clinical Teacher*, 7(4), 236-239.
- Eppler, M. J. (2006). A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. *Information Visualization*, 5(3), 202-210.
- Epstein, T. S., & Pendleton, W. (2002). *Chronicling cultures: Long-term field research in anthropology*. Rowman Altamira.
- Evrekli, E., Balim, A. G., & İnel, D. (2009). Mind mapping applications in special teaching methods courses for science teacher candidates and teacher candidates' opinions concerning the applications. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2274-2279.
- Gür, C. S., & Öz, A. (2023). Türkiye'de farklı eğitim düzeylerinde biyoteknoloji eğitiminin önemi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 62-68.
- Holland, J., Thomson, R., & Henderson, S. (2006). *Qualitative longitudinal research: A paper*. London South Bank University.
- Johnstone, A. H., & Mahmoud, N. A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of Biological Education*, 14(2), 163-166.
- Kahraman, S. (2020). Investigation of preservice science teachers' perceptions about biotechnology, genetic engineering and cloning concepts. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14 (1), 57-83.
- Laird, N. M. (1988). Missing data in longitudinal studies. *Statistics in Medicine*, 7(1-2), 305-315.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance do students see any relationship?. *International Journal of Science Education*, 22(1), 177-195.
- Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-205.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) 1, (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar.)*.

<http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) 2, (2018). *Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf>

Ortaakarsu, F., & Sülün, Y. (2022). Web 2.0 araçlarının fen bilimleri dersi DNA ve genetik kod ünitesinde motivasyona etkisi: kahoot! örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 62(1), 617-639.

Özcan, H., Bursa, Ş., Çetin, G., & Çeken, R. (2022). Ortaokul öğrencilerinin mutasyon, modifikasyon ve adaptasyon kavramları ile ilgili bilişsel yapıları: çizme-yazma tekniği. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(1), 76-94.

Özgür, E. A., Ürek, H., & Özgür, F. (2020). Determination of Turkish First Robotics Competition (FRC) participants' perceptions towards FRC via metaphors and construction of a novel mind map. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 460-478.

Özsevgeç, L. C., Erdoğan, A., & Özsevgeç, T. (2014). Öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeyleri üzerine bir çalışma. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(2), 19-37.

Saka, A., & Akdeniz, A. R. (2005). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5E modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 129-141.

Sıcaker, A., & Aydın, S. Ö. (2015). Ortaöğretim biyoteknoloji ve gen mühendisliği kavramlarının öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 34(2), 51-67.

Sinan, O., & Uşak, M. (2015). Is DNA replicated in protein synthesis? *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 15(1), 82- 95.

Soğukpınar, R., & Karışan, D. (2019). Genetik ve biyoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlar: bir derleme çalışması. *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 19-50.

Şahin, T. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında DNA replikasyonu ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Mersin Üniversitesi.

Tamir, C. K. (2023). *Lise düzeyinde biyoteknoloji öğretimi için web destekli öğretim araçlarının araştırılması*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi.

Terry, C., & Jones, G. (1986). Alternative frameworks: Newton's third law and conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 291-298.

Yıldızay, Y. (2020). *Öğrencilerin kalıtım kavramına yönelik bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi (KİT) ve yazma testi ile belirlenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Sage.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The aim of the study was to examine the concepts that working group associated with the concept of genetics throughout secondary education and to show the associated concepts with novel mind maps. Accordingly, the problem of the research was determined as “How often and which order and with which concepts did the study group associate the concept of genetics at different class levels during secondary education?”

Methods

In this study, the longitudinal case study design was used. Necessary permissions for the study were obtained from Balıkesir University Science and Engineering Sciences Ethics Committee, İzmir Provincial Directorate of National Education and İzmir Governorship. The study group of the research consisted of the 9th grade students who were studying at a project Anatolian high school in İzmir. The study group was selected by purposive sampling method. The "Genetic Key Concept Questionnaire" was applied to the students in order to monitor the sub-concepts that students associated with the genetics concept throughout secondary education. The questionnaire was prepared as a word association test. The study of Özgür et. al. (2020) was used in the analysis of the questionnaire that was used in the study. The validity and reliability of the “Genetic Key Concept Questionnaire” was ensured by the rule that the basic key concept for each novel mind map had to be represented by 1% of the total concepts which were said by the students.

Content analysis method was used in the analysis of the data. Based on the analysis method used in the study of Özgür et. al. (2020), the total number of the concepts was found by counting the answers which were written by the students to the "Genetic Key Concept" questionnaire. Those that were not related to the genetics topic were excluded and similar answers were grouped. The basic key concepts were determined through the rule of ensuring validity and reliability. The frequencies of the basic key concepts that were written by the students were counted by including the concepts that were grouped under the basic key concept thus the frequencies were determined for the basic key concepts. For the priorities of the basic key concepts, the students' answers were counted one by one by the rule of the first concept that was written by the students was 0 and the last concept that was written was 9. Afterwards, this total was divided by its frequency and the distance of each basic key concept from the main “Genetics” concept was found. The results which were obtained were shown in the novel mind maps that were created using the "Processing 3.3.7" program. In mind maps, there were circles with different areas and distances around the "Genetics" main circle. The area of the main circle was equal to the sum of the areas of all the other circles. Each circle area also showed the frequency of the key concepts that were used. On the other hand, the distance between the center of the “Genetics” circle and the center of each basic key concept circle indicated the priority (distance) that the relevant basic key concept came to mind of the participants.

Findings

The study group was compared as the first group when the students were at the 9th and 10th classes ($n = 35 \times 2 = 70$) and the second group when they were at the 11th and 12th classes ($n = 70$) since a large amount of data was needed to create a novel mind map. The students gave answers to the questionnaire with a total of 685 words when they were at the 9th and 10th classes. Non-relevant answers ($f = 21$) were excluded from these answers so the total concepts that were taken to the study was calculated as 664. The answers given by the participants were analyzed and these answers were grouped into 16 basic key concepts. The novel mind map was obtained by transferring the data to the Processing 3.3.7 program.

The number of the concepts included in the study was found to be 662 by subtracting the irrelevant answers (f= 12) from the total of 674 answers which were given by the students when they were at the 11th and 12th classes. By analyzing the answers, 16 basic key concepts were determined. With the transfer of the data to the Processing 3.3.7 program, the second novel mind map was revealed.

Discussion, Conclusion and Suggestions

The first concepts that came to the mind of the students were DNA, gene and biology when the students were at 9th and 10th classes. These concepts were listed as gene, DNA and biology when they were at the 11th and 12th classes. It was found interesting that although the rankings changed, the first three concepts that came to mind first remained the same throughout secondary education. Also, the concepts of DNA and gene were the most frequently mentioned concepts by students throughout secondary education. The third concept which they said the most was biology when they were at the 9th and 10th classes. The third concept which they said the most was inheritance when they were at the 11th and 12th classes. The concepts which came out at the 9th and 10th classes but which did not appear at the 11th and 12th classes were genealogical tree, variation and reproduction. The concepts that were at the 11th and 12th classes but were not at the 9th and 10th classes were protein, adaptation and biotechnology. At the 9th and 10th classes, the furthest concepts were mutation, cell and reproduction. At the 11th and 12th classes, the furthest concepts were phenotype, living thing and biotechnology. It was found remarkable that the concept of biotechnology was located at the furthest point (8,363) when it was compared to other concepts that were at the 11th and 12th classes.

It was suggested to carry out novel mind map studies on other subjects in the field of education and to use these maps both by the researchers for the development of the literature and by educators during teaching.