

Dört Aşamalı Kavramsal Ölçme Aracı ile Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmeleri Konusundaki Bilgi Farkındalıkları ile Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

Determination of the Misconceptions and Knowledge Awareness of Eight Grade Students on Cell Division with Four-Tier Conceptual Measurement Tool

Hüseyin Cihan BOZDAĞ*

Gökçe OK**

Öz. Bu çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki bilgi farkındalıkları ile sahip oldukları kavram yanılgılarının dört aşamalı Hücre Bölünmeleri Kavramsal Ölçme Aracı kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, İzmir şehir merkezindeki bir devlet okulunda öğrenim gören 260 (131'i kız, 129'u erkek) ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan dört aşamalı test, yanıtlar ile güven düzeyine ilişkin verilerin ilişkilendirilerek analizine olanak sağlaması ile daha güvenilir analiz sonuçları elde edilmesini sağlamıştır. Doğru bilgi ve yanlış bilgiyi birbirinden ayıramayan, verdiği yanıtların doğruluğundan oldukça emin olan öğrencilerin varlığı ise kavram yanılgılarının belirlenmesinde ön koşul olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin hücre bölünmeleri konusunda düşük kavramsal anlama düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca üçü mitoz, üçü mayoz ve ikisi de mitoz ile mayozun birlikteliği olmak üzere sekiz farklı kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, daha doğru ve güvenilir sonuçlar sunan dört aşamalı testlerin kullanımının yaygınlaştırılması ile öğretim aşamasında belirlenmiş kavram yanılgılarının yaygınlığını önleyici tedbirlerin alınması öneri olarak sunulmuştur.

Toplumsal Mesaj.

Bu çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmesi konusunda bilimsel olarak kabul edilen gerçekler ile örtüşmeyen görüşlerinin (kavram yanılgısı) dört aşamalı ölçme aracı kullanılarak tespiti amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları öğrencilerin hücre bölünmesi konusunda düşük anlama düzeyine sahip olduğunu ve öğrenciler arasında yaygın kavram yanılgılarının varlığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi farkındalığı, dört aşamalı test, hücre bölünmesi, kavram yanılgısı, sekizinci sınıf.

Abstract. In this study, the purpose is to determine the misconceptions and knowledge awareness of eight grade students on cell division by using four tier Cell Division Conceptual Measuring Tool. The study was conducted with 260 (131 female and 129 male) students studying at a state school in Izmir city center. In the analysis of the data, descriptive statistical techniques were used. The four-step test used in the study allowed the analysis to correlate responses and data on confidence levels. More reliable results were obtained in this view. The existence of students who can not distinguish between the right and the wrong knowledge and who are quite sure of the correctness of the wrong answers is considered as a precondition in determining the misconception According to the results obtained, it was determined that the students had low conceptual understanding rates on cell division. In addition, eight different misconceptions have been identified, three related to mitosis, three associated with meiosis, and two associated with mitosis and meiosis. In the light of the obtained findings, widespread use of four-stage tests that provide more accurate and reliable results and taking precautions to prevent the prevalence of misconceptions in the teaching phase are presented as a suggestion.

Public Interest Statement.

In this study, the purpose is to diagnosis of the opinions which is nonoverlapping with facts accepted as scientific (misconception) by using four tier measurement tool. The results of the study showed that students had a low level of understanding of cell division and the existence of common conceptual misconceptions among students.

Keywords: Cell division, eight grade, four tier test, knowledge awaraness, misconception.

* Milli Eğitim Bakanlığı, chnbzd@gmail.com

** Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü, gok@todaie.edu.tr

1. GİRİŞ

Hiç şüphesiz günümüz fen eğitim sisteminin en önemli kurgusu iyi bir fen okuryazarı bireyler yetiştirmek üzerinedir. Bu bağlamda, gelişmiş/gelişmekte olan birçok ulus için kalkınmanın öncelikli gücü fen bilimlerinin doğasına uygun programlar geliştirmek ve uygulamak olmuştur. Nitekim başta fen, matematik ve mühendislik birlikteliğinden doğan STEM (Science, Technology, Engineering, Math) eğitim modeli üzere Avrupa Fen Eğitimi Topluluğu (Community For Science Education in Europe [SCIENTIX]), Ulusal Fen Bilimleri Öğretmenleri Birliği (National Science Teachers Association [NSTA]) ile Fen Bilimleri Öğretimi Ulusal Birliği'nin de (National Association for Research in Science Teaching [NARST]) aralarında bulunduğu birçok araştırma kuruluşuna göre, fen okuryazarı bireylere eskisinden daha çok ihtiyaç duyulmaktadır (NARST, 1993; NSTA, 2003; SCIENTIX, 2015). Dolayısıyla fen öğretiminin vizyonu bütün öğrencileri birer fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmektir (MEB, 2013). Bu durum ise fen öğretimi için önemli bir bileşen olarak kabul edilen anahtar fen kavramlarının önemini daha belirgin hale getirmiştir. Kritik kavramlar olarak nitelendirilen bu kavramlar, bireylerin zihninde oluşan ilk çağrışımlar olarak bilinir (Çepni, 2005). Etkili bir fen kavramının öğretilmesinde yeni öğrenilenler ile eski öğrenilenler arasında tutarsızlığın olmaması gerekir (Gülççek, 2002). Bireylerin öğrenimine ket vuran bu tür tutarsızlıkların yeni öğrenmelerle birlikte varlığını devam ettirmesi ise önemli bir sorun haline dönüşmüştür (Eyidoğan ve Güneysu, 2002; Riche, 2000; Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2001; Türkmen, Çardak ve Dikmenli, 2002). Bu tür sorunların neden olduğu bilimsel gerçeklerle uyuşmayan aykırılıklar (yanlış algılamalar/ bilgiler, inançlar vb.) kavram yanılgısı olarak nitelendirilmektedir (Gönen ve Akgün, 2005; Novak, 2002). Kavram yanılgısı zihinde bir kavramın yerine oturan fakat bilimsel olarak o kavramın tanımından farklı olması demektir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Bir başka ifade ile öğrencilerin kendilerine has anlamlattıkları kavramlar denilebilir (Bahar, 2003). Nitekim kavram yanılgıları önceden öğrenilmiş yanlış bilgilerden kaynaklanabileceği gibi yalın gözle gözlemlenen doğa olaylarının yanlış yorumlanması ve günlük konuşma dilinden de kaynaklanabilir (Akyürek ve Afacan, 2013). Diğer yandan etkili bir kavramsal değişiminin gerçekleştirilememesi, ders kitapları ile öğretmen faktörü de kavram yanılgılarını tetikleyici bileşenler arasında gösterilebilir (Yağbasan ve Gülççek, 2003). Oysa etkili bir fen öğretiminin yapılabilmesi için kavramların yanılgılardan uzak bir biçimde öğrenciler tarafından anlaşılması gerekir (Zaman, 2006). Bunun için öğrencilerin sınıf ortamına taşıdıkları fen kavramları ile bilim insanlarının kabul ettikleri görüşlerinden farklı alternatif kavramların çatışmaması önemlidir (Riche, 2000; Yürük, Selvi ve Yakışan, 2011). Çünkü bu tür kavramların bilimsel gerçeklerle değiştirilmesi hem güç olmakta hem de etkili bir öğretim ortamının oluşturulmasında engelleyici roller üstlenmektedir (Bahar, 2003).

Doğası gereği soyut kavramları bünyesinde sıklıkla barındıran fen bilimlerinin öğrenciler tarafından anlaşılmasında birtakım zorluklara özellikle kavram yanılgılarına sıkça rastlanılmaktadır (Ayas ve Demirbaş, 1997). Oysa öğrencilere fen derslerinde öğretilmesi amaçlanan konuların etkin bir şekilde aktarılmasında kavram yanılgıları arzu edilmeyen bir durumdur. Kavram yanılgıları gerek öğrenci gerekse öğretmen için sıkıntı verici bir olgudur. Bu olgunun oluşumuna neden olabilecek birçok faktör grubu sıralanabilir. Ancak en temel sebeplerin başında geçmiş yaşantılara bağlı yanlış kavram edinimleri ile soyut kavramların somutlaştırılmasında yaşanan güçlükler gelmektedir (Zaman, 2006). Ayrıca bireylerin deneyimleri, günlük dil kullanımı, müfredat ve soyut kavramların etkisi diğer nedenler arasında gösterilebilir (Driver ve Erickson, 1983).

Fen derslerinde öğrencilerin zorlandığı ve kavram yanılgısına sahip olduğu konuların başında hücre bölünmeleri konusu gelmektedir (Atılboz, 2004; Aydın ve Balım, 2013; Güneş ve Güneş, 2005; Hailegebriel, 2014; Lewis ve Wood-Robinson, 2000). Alanyazın incelendiğinde, hücre bölünmesi ile ilgili çok sayıda ve farklı türde kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Alkan, Akkaya ve Köksal (2016) tarafından 105 öğrenciyle yürütülen çalışmada kavram yanılgılarının; oluşan hücre sayısı, kromozom sayısı değişimi, crossing-over, tetrad oluşumu, kalıtsal çeşitlilik, kromozom, kromatit, kromatin iplikçığı, sentrozom, sentriyol ve çekirdek kavramları etrafında toplandığı rapor edilmiştir. Ünlü (2015) tarafından yürütülen çalışmanın bulgularına göre,

öğrencilerin birçoğunun interfaz aşamasını, kromozom ile kromatidleri, mayoz-I ile mayoz-II aşamalarını, DNA replikasyonunu ve krossing-overi içeren kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Lewis, Leach ve Wood-Robinson (2000) hücre bölünmeleri ve döllenme konularında kavramsal anlama düzeyini belirlemek amacıyla yaşları 14-18 aralığında değişen 481 öğrenci ile bir çalışma yürütmüştür. Çalışma sonunda; mitoz bölünme sonucu kromozom sayısının yarıya indiği/iki katına çıktığı, mitoz bölünmenin sadece üreme ana hücre hücrelerinde/hem vücut hem de üreme ana hücrelerinde gerçekleştiği, bitkiler canlı olmadığından hayvanlar gibi mitoz geçirmediği, üreme hücreleri ile vücut hücrelerinin kromozom sayıları arasında fark olmadığı, üreme hücresi oluşumunda kromozom sayısının iki katına çıktığı, yumurta hücresi ile ana hücrenin aynı genetik bilgiyi taşıdığı, mayoz bölünmenin sadece vücut hücrelerinde/hem vücut hem de üreme ana hücrelerinde gerçekleştiği, mayoz bölünmenin bitkilerde gerçekleşmediği, mitoz ve mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısının değişimi şeklinde kavram yanlışları belirlenmiştir. Akgün ve diğer., (2017) tarafından yürütülen çalışma sonucunda ise öğrencilerin büyük çoğunluğunun DNA, kromozom ve gen kavramlarının büyüklük sıralamasında bir yanlışlığa sahip oldukları tespit edilmiştir. Atılboz (2004) tarafından 139 öğrenci ile yürütülen çalışmanın bulguları; öğrencilerin çoğunlukla kromozom-DNA ilişkisi, mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı, hücre sayısı, homolog kromozom ile mitoz ve mayoz bölünmede gerçekleşen olaylar ile ilgili anlama güçlükleri çektikleri ve kavram yanlışlarına sahip olduklarına işaret etmiştir. Chattopadhyay (2012) tarafından 289 öğrenci ile yürütülen çalışma sonucunda ise mitoz bölünmede kromozom sayısının yarıya indiği/iki katına çıktığı, genetik bilginin değiştiği, bitki hücrelerinde gözlenmediği, mayoz bölünmede kromozom sayısının sabit kaldığı/iki katına çıktığı, genetik bilginin değişmediği, bitki hücrelerinde gözlenmediği, vücut hücrelerinde gözlendiği yönünde kavram yanlışlarına rastlanılmıştır. Akyürek ve Afacan (2013) tarafından 26 sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülen çalışma sonucunda; öğrencilerin büyük çoğunluğunda DNA, kromozom, gen, mutasyon, modifikasyon, mitoz bölünme ve mayoz bölünme hakkında kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Sesli ve Kara (2012) tarafından 403 öğrenci ile yürütülen çalışmada ise tüm bölünme türleri sonrası yavru hücrelerin ana hücrenin yarısı kadar kromozoma, aynı türün hücrelerinin aynı genetik bilgiye sahip olduğu, bitki ve hayvan hücreleri farklı olduğundan bitki hücrelerinin bölünme geçirmeyeceği, mayozun hem vücut hem üreme hücrelerinde gözlendiği şeklinde kavram yanlışları belirlenmiştir. Lewis ve Wood-Robinson (2000) genetik konularında bilgi ve anlama düzeyinin belirlenmesi amacıyla 14-16 yaş aralığında 482 öğrenci ile yürüttüğü çalışmada; mitoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayısının ve genetik bilginin farklı olduğu, mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayısının ve genetik bilginin aynı olduğu, mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayısı yönünden farklılığının kavranmadığı, mitoz ve mayoz bölünmenin gerçekleştiği yerin aynı olduğu (vücut hücreleri/üreme ana hücreleri) şeklinde alternatif anlamaların bulunduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Kalimuthu (2017) tarafından 35 öğrenci ile yürütülen çalışmada; DNA'nın kendini mayoz-I profazda eşlediği, kromozom ve kromatidin aynı olduğu, mayoz-I sırasında kromozom sayısının sabit kalıp mayoz-II'de yarıya indiği, mayoz sonucu 2n kromozomlu hücrelerin oluştuğu, homolog kromozomların anafaz-II'de ayrıldığı, mayoz-I ve mayoz-II arasında DNA eşlemesi gerçekleştiği, mayoz sonucu kromozom sayısının değişmediği, parça değişiminin metafaz-I'de gerçekleştiği, mayoz sonucu kromozom sayısının dörtte bire indiği şeklinde kavram yanlışları belirlenmiştir. Hailegebriel (2014) tarafından 165 öğrenci ile yürütülen çalışmada; hücre bölünmesinin hücrelerin birçok hücreye ayrılma işlemi olduğu, mitoz ve mayoz bölünmenin aynı zamanda olduğu, hücre bölünmesinin hayvanlarda gerçekleştiği halde bitkilerde gerçekleşmediği, kromozom sayısının mitozun profazında ikiye katlandığı ve anafazında yarıya indiği şeklinde kavram yanlışları rapor edilmiştir.

Alanyazın irdelendiğinde, yürütülen çalışmaların çoğunluğunun kavram yanlışları ve olası nedenleri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Adıgüzel, 2006; Akgün ve diğer., 2017; Alkan, Akkaya ve Köksal, 2016; Alparslan, Tekkaya ve Geban, 2003; Atılboz, 2004; Odom, 1995; Tatar ve Koray, 2005). Bu çalışmalarda kavram yanlışlarını belirlemek için metaforlar (Akgün ve diğer., 2017), kavram haritaları (Bahar, 2003), açık uçlu sorular (Aydın ve Balım, 2013), çoktan seçmeli

testler (Eryılmaz ve Tatlı, 2000), üç aşamalı sorular (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002), kavramsal değişim metinleri (Sungur, 2000), klinik görüşmeler (Bell, 1981), iki aşamalı testler (Uğur, 2010), tahmin ve gözlemler (Bahar, 2003), model oluşturmalar (Alkan, Akkaya ve Köksal, 2016), kompozisyon yazma (Shaw ve diğ., 2008) gibi alternatif araçlar kullanıldığı ama çoktan seçmeli testlerden daha sıklıkla yararlanıldığı gözlenmektedir. Çoktan seçmeli testler ise ortaya çıkan ihtiyaçlar ve daha ileri tanılama yapmak amacıyla zamanla tek aşamalı, iki aşamalı, üç aşamalı ve dört aşamalı olarak değişikliğe uğramıştır. Tek aşamalı testler kavram yanlışlarının tespitinde bilimsel bilgi kullanarak doğru yanıtı seçen ile şans eseri doğru yanıtı seçen bireyleri ayıramamaktadır. Zamanla tek aşamalı testlerde soru maddesi ile ilgili gerekçe maddesinin eklenmesi sonucu oluşturulan iki aşamalı testler daha çok tercih edilmeye başlanmıştır (Treagust, 1985). Ancak bu testlerde her iki aşamaya da yanlış cevap veren öğrencilerin bu cevaplarının gerçekten kavram yanlışından ileri gelip gelmediği konusunda tereddüt yaşanmaktadır (Hasan, Bagayoko ve Kelley, 1999). İki aşamalı testlere öğrencilerin verdikleri cevaplardan ne derece emin olduklarının belirlendiği üçüncü aşamanın (güven aşaması) eklenmesiyle bu dezavantaj giderilebilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010a). Alanyazında üç aşamalı testler sıklıkla kullanılsa da öğrencilerin hem soru hem de gerekçe aşamalarını ayrı birer soru olarak değerlendirebileceği yönündeki çalışma bulguları (Griffard ve Wandersee, 2001) nedeniyle çoktan seçmeli testlerin geliştirilmesi hız kazanmıştır. Son yıllarda hem soru hem de gerekçe aşamaları için bu aşamalar ile anlamlı ilişki içinde bulunan güven aşamalarının eklenmesiyle dört aşamalı testler üretilmiştir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Dört aşamalı testler sayesinde öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşma düzeyinin belirlenmesi ile kavram yanlışlarının tespitinde daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir (Kaltakçı, 2012). Çünkü üç aşamalı testlerde bilimsel bilgi; Doğru (D)-Doğru (D)-Kendinden Emin (KE) cevap kombinasyonu iken dört aşamalı testlerde D-KE-D-KE şeklindedir. Diğer yandan D-KE-D-ED, D-ED-D-KE, D-ED-D-ED seçenekleri de şanslı tahmini veya bilgi eksikliğini ifade etmektedir (ED=Emin Değil). Ayrıca test içindeki güven aşamalarına ilişkin katılımcıların belirtilen konu hakkındaki doğru bildikleri ile yanlış bildiklerini ayırıp ayıramadıkları da belirlenebilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Taşlıdere, 2016).

Alanyazın incelendiğinde, dört aşamalı testlerin kullanımı ile doğru/yanlış yanıtlarına dayalı istatistikî verilerin güven düzeyine dayalı analiz sonuçlarının birlikte değerlendirildiği çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Kaltakçı, 2012). Diğer yandan hücre bölünmesi konusunu içeren dört aşamalı testin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yürütülen çalışmanın kavram yanlışları teşhisi ile kavramsal anlama düzeyi belirlenmesi aşamasında daha güvenilir sonuçlar sunan dört aşamalı testlerin kullanımının yaygınlaştırılmasına olanak sağlaması açısından alana katkı sağlayacağı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yürütülen çalışmanın temel amacı, dört aşamalı test aracılığıyla sekizinci öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki bilgi farkındalıkları ile sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlenmesidir.

2. YÖNTEM

2.1 Araştırmanın Modeli

Araştırmada sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki bilgi farkındalıkları ile sahip oldukları kavram yanlışları incelendiğinden tarama modeli benimsenmiştir. Tarama modelleri, çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup üzerinde yapılan düzenlemelerdir (Karasar, 2009).

2.2 Çalışma Grubu

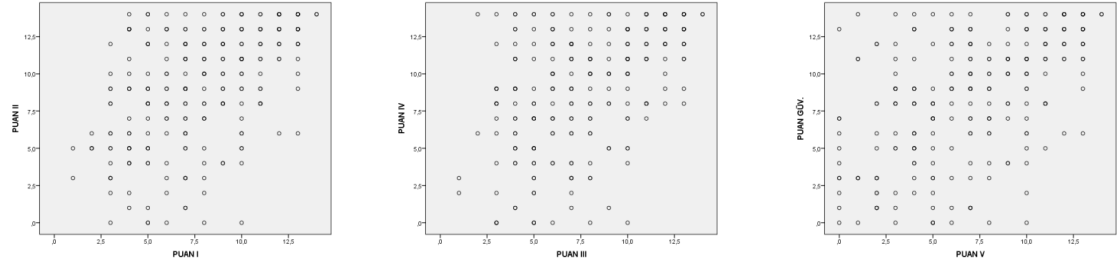
Araştırmanın çalışma grubunu, 2017-2018 eğitim- öğretim yılında İzmir şehir merkezindeki bir devlet ortaokulunun sekizinci sınıfında öğrenim gören 131'i kız (%50.4) ve 129'u erkek (%49.6) olmak üzere rastgele seçilen toplam 260 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada evreni temsil edecek örnekleme belirlenmesi kolay olmasa da sosyo-ekonomik düzey açısından benzer özelliklere sahip öğrenciler arasından seçkisiz seçim yoluna gidilmiştir. Bu örnekleme yönteminin

en önemli özelliği ise evrendeki tüm birimlerin örneğe seçilmek için eşit ve bağımsız bir şansa sahip olmalarıdır (Büyüköztürk ve diğer., 2014).

2.3 Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak, yazarlar tarafından geliştirilen Hücre Bölünmeleri Kavramsal Ölçme Aracı (HBKÖA) kullanılmıştır. Kavramsal ölçme aracı dört aşamalı çoktan seçmeli on dört sorudan oluşmaktadır. Birinci aşama muhtemel kavram yanlışlarını içeren çeldiricilerle birlikte doğru yanıtın yer aldığı çoktan seçmeli üç seçenekten oluşmaktadır. İkinci aşama ilk aşamada öğrencilerin verdikleri yanıtın ne derece emin olduğu ile ilgili güven aşamasıdır. Üçüncü aşama öğrencilerin ilk aşamada verdikleri cevaplara ilişkin gerekçelerin yer aldığı çoktan seçmeli üç seçenekten oluşan kısımdır. Dördüncü aşama ise öğrencinin üçüncü aşamada vermiş olduğu yanıtın ne kadar emin olduğu ile ilgili ikinci güven aşamasıdır. Güven aşamalarında "1" ve "6" arasında puanlandırılmış sırasıyla "Sadece Tahmin", "Çok Emin Değilim", "Emin Değilim", "Eminim", "Çok Eminim" ve "Kesinlikle Eminim" olmak üzere altı seçenek yer almaktadır. Bunların yanı sıra öğrencilere kendilerine uygun gerekçeyi bulamadıkları takdirde gerekçelerini ifade edebilecekleri boş bir alanda bırakılmıştır. Soruların hazırlanmasında fen bilimleri dersi öğretim programındaki hücre bölünmeleri konusu ile ilgili kazanımlar, ders kitabı, literatürde kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik hazırlanmış sorular, branş öğretmenleri ve uzmanların önerileri ayrıca öğrencilerin görüşleri ile yazılı sınavlarda verilen yanıtlardan da faydalanılmıştır. Ölçme aracına ait veri setinin %27'lik alt ve üst grup belirlenerek ilk aşama madde güçlüğü .38-.67, ayırt ediciliği .27-.71, iki aşama için madde güçlüğü .25-.60, ayırt ediciliği .41-.89, üç aşama için madde güçlüğü .24-.58, ayırt ediciliği .44-.93 ve dört aşama için madde güçlüğü .25-.54, ayırt ediciliği .46-.93 aralığında olduğu belirlenmiştir. Bir test maddesinin güçlük indeksinin .20-.80 aralığında, ayırt edicilik indeksinin ise .30'dan büyük olması önerilmektedir (Alıcı ve diğer., 2011). Bu bağlamda, HBKÖA'nın madde güçlük ve ayırt edicilik yönünden elde edilen veriler uyarınca uygun olduğu belirlenmiştir.

Tüm bu sonuçların yanı sıra bir ölçme aracının güvenilir olarak kabul edilebilmesi için Cronbach Alpha katsayısının .70'den büyük olması gerekir (Büyüköztürk ve diğer., 2014). 14 soruluk kavramsal ölçme aracının Cronbach Alpha güvenirliliği bir aşama, iki aşama, üç aşama ve dört aşama için sırasıyla .73, .85, .87 ve .88 olarak belirlenmiştir. Bu bakımdan dört aşamalı HBKÖA'nın ölçüm güvenirliliğine de sahip olduğunu söyleyebiliriz. Diğer yandan ölçme aracının yapı geçerliliği yönünden cevap ve gerekçe aşamalarında verilen yanıtlardan ne derece emin olduğunun belirlenmesi gerekir (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Kaltakçı, 2012). Bu doğrultuda cevap aşamasına (1. aşama) doğru yanıt verilmesi halinde elde edilen puan (Puan-I) ile güven aşaması (2. aşama) puanı (Puan-II), gerekçe aşamasına (3. aşama) doğru yanıt verilmesi halinde elde edilen puan (Puan-III) ile güven aşaması (4. aşama) puanı (Puan-IV) ve hem cevap hem de gerekçe aşamasına (1. ve 3. aşama) doğru yanıt verilmesi halinde elde edilen puan (Puan-V) ile her iki güven aşamasından alınan ortalama (2. ve 4. aşama) puan (Puan-Güv.) arasındaki ilişki Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı ile araştırılmıştır. Buna göre; Puan-I ve Puan-II arasında $r=.52$, Puan-III ve Puan-IV arasında $r=.50$, Puan-V ile Puan-Güv. arasında $r=.54$ şeklinde pozitif, orta düzeyli ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Ayrıca iki değişken arasındaki ilişkinin varlığını araştırmak amacıyla scatter plot grafiklerinden yararlanılabilir. Bu bağlamda, cevap ve gerekçe aşamalarına verilen doğru yanıtlar ile bu yanıtlara yönelik güven puanlarının karşılaştırılmasına olanak sağlayan scatter plot grafikleri incelenmiştir (Şekil 1). Buna göre; tüm aşamalarda kendinden emin şekilde doğru yanıt verenlerin yanında, doğru yanıt vermesine karşın verdiği yanıtın emin olmayan yada yanlış yanıt vermesine karşın kendinden emin olan öğrencilerin varlığı gözlenmektedir. Dolayısıyla, doğru olarak verdiği yanıtından emin olmayan öğrencilerin cevaplarını şans eseri verdikleri değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra yanlış yanıtlarına oldukça güven duyan öğrencilerin varlığı ise kavram yanlışlarının varlığına işaret etmektedir.



Şekil 1. Cevap, Gerekçe ve Güven Aşamalarına İlişkin Scatterplot Grafikleri

Bunun yanında her bir test maddesine dört aşamada verilen doğru cevaplar ile testten alınan toplam puan arasındaki ilişkiyi belirtmek amacıyla point biserial korelasyon katsayısı hesaplaması yapılmıştır. Point biserial korelasyon katsayısı değerleri "-1" ile "+1" arasında değişmektedir. Korelasyonda 0,20'den büyük değerler kabul edilebilir olup; ne kadar yüksek değer elde edilirse test maddesi düşük puan alan öğrenciler ile yüksek puan alan öğrencilerin ayrımını o kadar iyi yapmaktadır (Wuttiprom ve diğer., 2009). Bu doğrultuda elde edilen verilere göre ölçme aracının tüm maddeleri .20'den büyük ve kabul edilebilir değerler almıştır (bkz. Tablo 1).

Tablo 1. Dört Aşama İçin Betimsel İstatistik ve Madde Analiz Sonuçları

	Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi	Point Biserial Korelasyon
Ortalama	.41	.75	.62
Soru Sayısı (0.20-0.29)	3		
Soru Sayısı (0.30-0.39)	3		
Soru Sayısı (0.40-0.49)	6	2	2
Soru Sayısı (0.50-0.59)	2	1	3
Soru Sayısı (0.60-0.69)		2	5
Soru Sayısı (0.70-0.79)		2	4
Soru Sayısı (0.80-0.89)		4	
Soru Sayısı (0.90-0.99)		3	

Soru Sayısı=14, N=260, Ss=4.14, Ortalama=5.32, α =.88

2.4 Verilerin Toplanması ve Analizi

Öğrenci cevapların çözümlenmesinde betimsel istatistik tekniklerinden yararlanılmıştır. Verilerin analizi SPSS 22.0 ile Microsoft Office Excel programları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Dört aşamalı HBKÖA'na yönelik puanlama ve değerlendirme kriterleri Kaltakçı (2012) tarafından belirtilen kategoriler uyarınca Tablo 2 şekliyle düzenlenmiştir.

Belirlenen kategoriler Bilimsel Bilgi, Kavram Yanılgısı, Şanslı Tahmin, Pozitif Yanlış, Negatif Yanlış, Bilgi Eksikliği şeklindedir. Dört aşamalı testin yapısal içeriği gereği doğru-yanlış seçenekler ile güven aşamalarına dayalı değerlendirmeye gidilmiştir. Değerlendirmede güven aşamalarına ilişkin puanlama yapılabilmesi için güven aşamasında verilen yanıtların düzeyi ile emin olunup olunmadığı konusunda karar verilebilmesi için "1" ile "6" arasında puanlandırılmış yanıtlar için eşik değer "3.5" olarak kabul edilmiştir. Elde edilen veriler 3.5 altında ise (<3.5) düşük güven düzeyi (emin değil), 3.5 üzerinde ise (>3.5) yüksek güven düzeyi (emin) şeklinde değerlendirilmiştir. Dört aşamalı analiz aşamasında ise düşük güven düzeyi "0", yüksek güven düzeyi ise "1" ile kodlanmıştır.

Tablo 2. Puanlama Kategorileri

Birinci Aşama (Soru Aşaması)	İkinci Aşama (Güven Aşaması)	Üçüncü Aşama (Gerekçe Aşaması)	Dördüncü Aşama (Güven Aşaması)	Dört Aşamalı Kategori
Doğru	"E"- "ÇE" ya da "KE"	Doğru	"E"- "ÇE" ya da "KE"	Bilimsel Bilgi
	"E"- "ÇE" ya da "KE"		"ST"- "ÇED" ya da "ED"	Şanslı Tahmin*
Doğru	"ST"- "ÇED" ya da "ED"	Yanlış	"E"- "ÇE" ya da "KE"	Pozitif Yanlış**
	"ST"- "ÇED" ya da "ED"		"ST"- "ÇED" ya da "ED"	Bilgi Eksikliği
Yanlış	"E"- "ÇE" ya da "KE"	Doğru	"E"- "ÇE" ya da "KE"	Negatif Yanlış**
	"E"- "ÇE" ya da "KE"		"ST"- "ÇED" ya da "ED"	Bilgi Eksikliği
Yanlış	"ST"- "ÇED" ya da "ED"	Yanlış	"E"- "ÇE" ya da "KE"	Kavram Yanılgısı
	"ST"- "ÇED" ya da "ED"		"ST"- "ÇED" ya da "ED"	Bilgi Eksikliği

"ST"= Sadece Tahmin; "ÇED"=Çok Emin Değilim; "ED"=Emin Değilim; "E"=Eminim; "ÇE"=Çok Eminim; "KE"=Kesinlikle Eminim

*Alanyazında " Bilgi Eksikliği" kategorisinde de değerlendirme yapılmaktadır.

**İki aşamalı testlerde kullanılan terimler olup; çalışmada dört aşamalı olarak değerlendirilmiştir.

Belirlenen puanlama kategorileri aşağıda özetlenmiştir:

- Bilimsel Bilgi: Öğrencilerin doğru yanıtlarının dört aşamalı olarak değerlendirilmesi neticesinde belirlenen kategoridir. Doğru cevaplar üzerinden puanlama yapılırken her bir soru maddesindeki soru ve gerekçe aşamalarındaki doğru yanıtlar "1" ile yanlış yanıtlar "0" ile kodlanmıştır. Bu doğrultuda soru, gerekçe ve güven aşamalarının her biri "1" ile kodlandığı takdirde bilimsel bilgi düzeyinde değerlendirme yapılmıştır.
- Kavram Yanılgısı: Öğrencilerin soru ve gerekçe aşamalarındaki yanlış yanıtlarını içeren kategoridir. Buna göre cevap ve gerekçe aşamalarında yanlış yanıt veren ve yanıtlarının doğruluğundan emin olan öğrencilerin yanıtları kavram yanılgısı kategorisinde değerlendirilmiştir. Kavram yanılgıları değerlendirilirken her bir soru maddesindeki soru ve gerekçe aşamalarındaki yanlış yanıtlar "1" ile doğru yanıtlar "0" ile kodlanmıştır. Yanlış yanıtlara yönelik analizde soru, gerekçe ve güven aşamalarının her biri "1" ile kodlandığı takdirde kavram yanılgısının varlığı yönünden değerlendirme yapılmıştır.

- Şanslı Tahmin: Öğrenciler her ne kadar cevap ve gerekçe aşamalarına doğru yanıt verseler de güven aşamalarında düşük güven düzeyi gösterebilirler. Buna göre, doğru cevap ve gerekçeye ulaşmasına karşın verdiği yanıtlarında emin olmayan bir öğrencinin bu soruyu tesadüfen doğru cevapladığı sonucuna ulaşılır. Bu doğrultuda cevap ve gerekçe aşamaları "1", güven aşamaları "0" ile kodlandığı takdirde şanslı tahmin yönünde değerlendirme yapılmıştır. Bu kategori alanyazında bilgi eksikliği yönünde değerlendirilse de öğrencilerin her iki aşamada da doğru yanıtla ulaşılmış olmaları yönünden değerlendirilmesi gerekir. Bu doğrultuda doğru yanıtla tesadüfen ulaştıkları yönünde bir değerlendirme yapılmıştır.
- Pozitif Yanlış: Öğrencilerin yüksek güven düzeyi eşliğinde cevap aşaması için doğru yanıt, gerekçe aşaması için yanlış yanıt vermeleri "1", diğerleri "0" olarak kodlanmıştır.
- Negatif Yanlış: Öğrencilerin yüksek güven düzeyi eşliğinde cevap aşaması için yanlış yanıt, gerekçe aşaması için doğru yanıt vermeleri "1", diğerleri "0" olarak kodlanmıştır.
- Bilgi Eksikliği: Öğrencilerin yukarıda belirtilen kategorilerdeki alternatif cevapları içinde her iki güven aşamasında da düşük güven düzeyi göstermeleri ya da güven aşamalarında farklı güven düzeylerine (düşük-yüksek; yüksek-düşük) sahip olmaları halinde bilgi eksikliği kategorisinde değerlendirme yapılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, ölçme aracından elde edilen veriler doğrultusunda sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki kavramsal anlama oranları, doğru/yanlış bilgi farkındalıkları, kavram yanlışlıkları, pozitif ve negatif yanlış, bilgi eksikliği ile şanslı tahmin oranlarına ait bulgulara yer verilmiştir. Öğrencilerin hücre bölünmeleri konusundaki kavramsal anlama düzeyleri dört aşama için sırasıyla hesaplanmıştır (bkz. Tablo 3). Öğrencilerin soru ve gerekçe aşamalarını ayrı birer soru olarak değerlendirebileceği ve her bir aşamada kendine güven düzeyinin değişebileceğinden hareketle soru aşaması, gerekçe aşaması hem soru hem de gerekçe aşamaları için güven düzeyleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Tablo 3'de özetlenen analiz sonuçları aşama sayısı arttıkça doğru cevaba dayalı kavramsal anlama düzeyinin belirgin şekilde düştüğünü göstermektedir. Buna göre, doğru cevap ortalaması bir aşamadan dört aşamaya doğru gidildikçe %57'den %38'e düşmüştür. Dolayısıyla aşama sayısı arttıkça ortaya çıkan bu azalışın altında bilgi eksikliği, şanslı tahmin ya da kavram yanlışlıklarının yattığı söylenebilir. Kavramsal anlama düzeyine yönelik değerlendirmede %75 ve üzeri tatmin edici, %50-74 aralığı yeterli, %25-49 aralığı düşük ve %25'in altındaki değerler ise oldukça düşük kavramsal anlama düzeyine işaret etmektedir (Gilbert, 1977). Öğrencilerin %38'inin testin tamamına doğru yanıt vermesi hücre bölünmeleri konusunda düşük kavramsal anlama düzeyine sahip olduklarını göstermektedir. Bunun yanı sıra kavramsal anlama düzeyi yönünden en belirgin azalışın bir aşama ile iki aşamalı yapılan değerlendirmede ortaya çıktığı gözlenmektedir. Nitekim bir aşamalıda %57 olarak belirlenen doğru cevap ortalaması iki aşamalı olduğunda %43'e düşmektedir. Buna karşın cevap aşamasındaki kendine güven ortalaması %65 olarak belirlenmiştir. Ayrıca dört aşamalı doğru cevap ortalaması %38 iken testin tamamına yönelik güven ortalaması %61 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin verdikleri yanıtlardan emin olmalarına karşılık doğru cevap ortalamalarının düşük olması kavram yanlışlıklarına sahip olduklarının bir göstergesi olarak düşünülmektedir.

Tablo 3. Hücre Bölünmeleri Konusu ile İlgili Kavramsal Anlama Oranları

Soru	Doğru Cevap Oranı (%)				Güven Oranı (%)		
	1 Aşama	2 Aşama	3 Aşama	4 Aşama	Cevap	Gerekçe	Cevap-Gerekçe
1	72	64	60	55	63	60	56
2	39	21	20	18	50	58	47
3	30	19	19	18	63	60	56
4	64	53	49	47	74	74	70
5	65	52	47	45	72	65	65
6	49	34	30	29	63	62	58
7	63	47	43	42	61	63	59
8	67	56	53	53	75	76	73
9	65	53	50	47	74	70	67
10	54	35	32	31	58	61	56
11	48	30	27	26	65	65	62
12	62	49	47	45	68	67	65
13	60	45	44	40	66	65	63
14	55	39	38	37	61	25	60
Ortalama	57	43	40	38	65	62	61

Diğer yandan farklı bilgi düzeylerini ölçebilen soru ve gerekçe aşamalarını öğrenciler ayrı sorular olarak değerlendirebilirler. Bu doğrultuda her ne kadar ilişkili olsalar da cevap ve gerekçe aşaması için birbirinden bağımsız güven düzeyine sahip olabilecekleri nedeniyle ayrı hesaplamaların yapılması gerekir (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Griffard ve Wandersee, 2001; Tsai ve Chou, 2002). Bu bakımdan, güven aşamaları "1" ve "6" aralığında altı puan üzerinden değerlendirilmiştir. Cevap ve gerekçe aşamaları için ayrı ayrı değerlendirme yapılırken testin geneli için hem cevap hem de gerekçe aşamalarından alınan puanların ortalaması alınmıştır. Bu doğrultuda, Caleon ve Subramaniam (2010b) tarafından belirtildiği şekilde bazı ilişkili değişkenlere yönelik hesaplamalar da yapılmıştır. Bu değişkenler ise şu şekildedir:

- Güven Ortalaması (GO): Öğrencilerin verdikleri yanıtlarına ilişkin güven düzeylerini ifade eder.
- Doğru Cevap Güven Ortalaması (DGO): Doğru cevap veren öğrencilerin yanıtlarına ilişkin güven düzeyini ifade eder.
- Yanlış Cevap Güven Ortalaması (YGO): Yanlış cevap veren öğrencilerin yanıtlarına ilişkin güven düzeyini ifade eder. Bu gruptaki öğrenciler yanlış seçeneği işaretleseler de bilişsel olarak doğru yanıt verdikleri yönünde değerlendirme yapmaktadırlar.
- Güven Ayırım Oranı (GAO): Öğrencilerin bildikleri ile bilmediklerini ayırt edip edemediklerini ifade eden bir göstergedir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). $GAO = (DGO - YGO) / \text{Standart Sapma (GO)}$ şeklinde formülize edilmiştir. GAO pozitif ya da negatif değerler alabilmektedir. Buna göre pozitif GAO; doğru yanıt veren ve yanıtlarına yönelik yüksek güven düzeyine sahip öğrencilerin varlığını, negatif GAO ise yanlış yanıt veren ancak verdikleri yanıtların doğruluğuna yönelik yüksek güven düzeyine sahip öğrencilerin varlığını ifade etmektedir. Dolayısıyla pozitif GAO değeri öğrencilerin ilgili konu hakkında doğru bilgi ile yanlış bilgiyi ayırt edebildiklerini, bilgi farkındalıklarının bulunduğunu, negatif GAO ise doğru bilgi ile yanlış bilgiyi ayırt edemediklerini göstermektedir.

Tablo 4’de belirtilen aşamalar bazında GO değişkeni dikkate alındığında cevap aşaması, gerekçe aşaması ile her iki aşamanın birlikte değerlendirildiği aşamalarda sırasıyla 4.03, 4.01 ve 4.02 güven ortalaması sonuçları elde edilmiştir. Güven düzeyi değerlendirmesinde 3.5 altı değerler düşük güven düzeyini, 3.5 üstü ise yüksek güven düzeyini ifade etmektedir. Bu sonuç, öğrencilerin testin genelinde verdikleri yanıtlara yönelik yüksek güven düzeyine sahip olduklarını göstermektedir. Diğer yandan DGO ve YGO değişkenlerine yönelik sonuçlar analiz edildiğinde DGO değerlerinin testin genelinde YGO değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak 2, 3 ve 11. sorularda YGO değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun temel sebebi ise 2, 3 ve 11. sorularda YGO değerlerinin yüksek olmasına bağlı olarak GAO değerlerin negatif çıkmasıdır. Ayrıca 6. ve 10. sorularda GAO değerlerinin sıfıra yakın çıkması öğrencilerin verdikleri yanlış yanıtın doğruluğundan oldukça emin olduklarının bir göstergesidir. Dolayısıyla öğrencilerin hücre bölünmeleri konusunda doğru bilgi ile yanlış bilgi arasındaki farkındalıklarının bu sorularda bulunmadığı söylenebilir. Çünkü öğrencilerin yanlış kavramlara yüksek güven düzeyinde tutunmaları kavram yanlışlarının göstergesidir.

Tablo 4. Güven Düzeyi Analiz Sonuçları

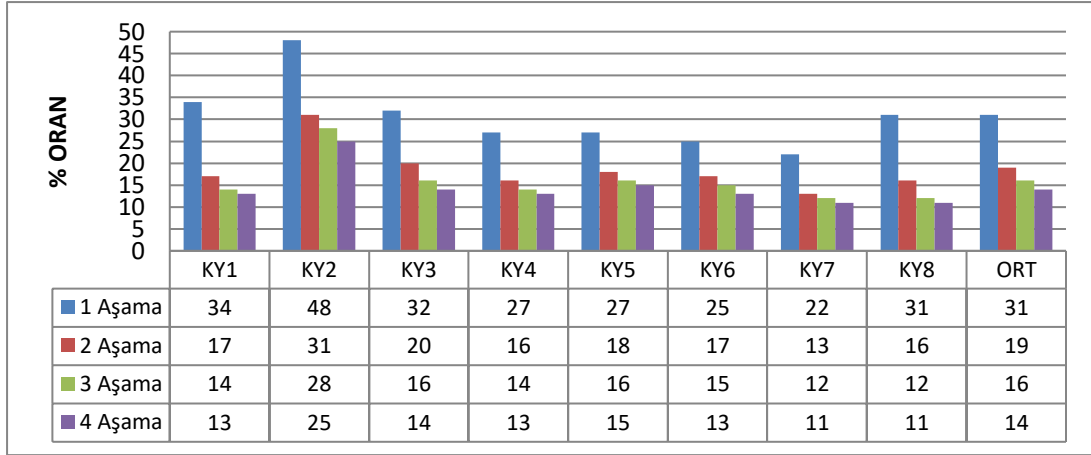
SORU	CEVAP GÜVEN AŞAMASI					GEREKÇE GÜVEN AŞAMASI					CEVAP+GEREKÇE GÜVEN AŞAMA ORTALAMASI				
	GO	Ss	DGO	YGO	GAO	GO	Ss	DGO	YGO	GAO	GO	Ss	DGO	YGO	GAO
1	4.41	1.35	3.44	0.97	1.83	4.28	1.41	3.25	1.03	1.57	4.34	1.27	3.17	0.85	1.83
2	3.45	1.25	1.38	2.07	-0.55	3.63	1.24	1.44	2.19	-0.60	3.54	1.14	1.31	2.02	-0.62
3	3.75	1.33	1.17	2.57	-1.05	3.63	1.41	1.40	2.22	-0.58	3.69	1.31	1.14	2.22	-0.83
4	4.28	1.44	3.01	1.27	1.21	4.32	1.49	2.90	1.41	1.00	4.30	1.37	2.75	1.13	1.18
5	4.19	1.44	2.92	1.27	1.13	4.00	1.56	2.71	1.30	0.91	4.10	1.41	2.63	1.15	1.05
6	3.90	1.40	2.04	1.85	0.14	3.80	1.42	1.94	1.86	0.06	3.85	1.34	1.82	1.70	0.09
7	3.92	1.57	2.81	1.12	1.08	3.95	1.55	2.0	1.15	1.06	3.94	1.51	2.63	0.97	1.10
8	4.55	1.59	3.34	1.21	1.34	4.57	1.61	3.40	1.17	1.39	4.56	1.55	3.20	1.04	1.39
9	4.29	1.38	3.02	1.27	1.27	4.16	1.46	2.92	1.25	1.15	4.23	1.36	2.77	1.08	1.25
10	3.71	1.49	2.14	1.57	0.38	3.78	1.53	2.10	1.68	0.27	3.75	1.44	1.96	1.48	0.33
11	3.90	1.43	1.85	2.05	-0.14	3.85	1.50	1.83	2.03	-0.13	3.88	1.39	1.67	1.86	-0.14
12	4.06	1.48	2.75	1.30	0.98	4.08	1.46	2.77	1.32	0.99	4.07	1.40	2.62	1.18	1.03
13	4.02	1.59	2.67	1.36	0.82	4.02	1.61	2.65	1.36	0.80	4.02	1.53	2.52	1.23	0.84
14	3.99	1.56	2.47	1.52	0.61	4.07	1.63	2.54	1.53	0.62	4.03	1.54	2.38	1.40	0.64
ORT	4.03	1.45	2.50	1.53	0.65	4.01	1.49	2.48	1.54	0.61	4.02	1.40	2.33	1.38	0.65

Hücre bölünmeleri konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde her bir sorudaki çeldiriciler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Örneğin birinci soru için cevap aşamasında doğru yanıt "C" seçeneğidir. Gerekçe aşamalarında doğru seçenek cevap aşamalarındaki doğru seçenek ile aynı tutulduğundan birinci sorunun gerekçe aşamasındaki doğru yanıt da "C" seçeneği olur. Bu durumda cevap-güven-gerekçe-güven aşamalarından oluşan doğru cevap kombinasyonu "C"->3.5-"C"->3.5 şeklindedir. Bu bakımdan yanlış yanıtlara ilişkin "A"->3.5-"A"->3.5 ve "B"->3.5-"B"->3.5 yanıt kombinasyonlarının her biri kavram yanlışını temsil etmektedir. Bu şekilde, yapılan değerlendirme sonucu her bir kavram yanlışını alternatif %10 ve üzerinde anlamlı kabul edildiğinde sekiz kavram yanlışını tespit edilmiştir (bkz. Tablo 5). Buna göre, her bir kavram yanlışına ilişkin GO değeri üç buçuk üzerinde olanlar (>3.5) "Gerçek Yanılgı" ve GO değeri üç buçuk ve altında olanlar (≤ 3.5) "Sunı Yanılgı" olarak nitelendirilmiştir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Caleon ve Subramaniam'e (2010b) göre, gerçek yanlışlar öğrencilerin kavramları anlama eksikliğinden ya da yanlış muhakemesinden suni yanlışlar ise bilgi eksikliğinden ileri gelmektedir. Ayrıca gerçek yanlışlarda kendi içinde "Güçlü Yanılgılar" ($GO \geq 4.0$) ve "Orta Düzeyli Yanılgılar" ($3.5 < GO < 4.0$) olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Dolayısıyla ilgili cevap kombinasyonları sonucu belirlenen kavram yanlışları GO değeri bağlamında değerlendirilerek gruplandırılmıştır.

Tablo 5. Hücre Bölünmeleri Konusunda Belirlenen Kavram Yanılgıları Ve Türleri

Kavram Yanılgısı (KY)		Öğrenci Sayı	Yanılgı Türü (%)
KY1	Mayoz bölünmenin ikinci aşamasının ilk evresinde DNA kendini eşler. (2.1.a / 2.2.GO>3,5 / 2.3.a / 2.4.GO>3,5)	33	Orta Düzeyli (GO=3.54)
KY2	Mitoz bölünmede çekirdek zarı interfazda erir. (3.1.c / 3.2.GO>3,5 / 3.3.c / 3.4.GO>3,5)	64	Orta Düzeyli (GO=3.69)
KY3	Mitoz bölünmede profaz evresinde çekirdek zarı erimez. (6.1.a / 6.2.GO>3,5 / 6.3.a / 6.4.GO>3,5)	36	Orta Düzeyli (GO=3.85)
KY4	Mayoz bölünmenin birinci aşaması sonucu oluşan iki hücreden birisinin kromozom sayısı yarıya iner. (10.1.a / 10.2.GO>3,5 / 10.3.a / 10.4.GO>3,5)	35	Orta Düzeyli (GO=3.75)
KY5	Mayoz bölünme sonucu hücre sayısı artarken mitoz bölünmede sabit kalır. (11.1.a / 11.2.GO>3,5 / 11.3.a / 11.4.GO>3,5)	39	Orta Düzeyli (GO=3.88)
KY6	Mayoz bölünmenin her iki aşamasında da homolog kromozomlar birbirinden ayrılır. (11.1.c / 11.2.GO>3,5 / 11.3.c / 11.4.GO>3,5)	35	Orta Düzeyli (GO=3.88)
KY7	Mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı yarıya iner. (13.1.a / 13.2.GO>3,5 / 13.3.a / 13.4.GO>3,5)	28	Güçlü (GO=4.02)
KY8	Hayvan hücrelerinde mitoz bölünme öncesi DNA kendini eşlerken bitki hücrelerinde eşlemez. (14.1.a / 14.2.GO>3,5 / 14.3.a / 14.4.GO>3,5)	28	Güçlü (GO=4.03)

Tablo 5 incelendiğinde, belirlenen sekiz kavram yanılgısının üçünün (KY2-KY3- KY8) mitoz, üçünün (KY1-KY4-KY6) mayoz ve ikisinin (KY7-KY5) de mayoz ile mitoz bölünmenin birlikte değerlendirildiği benzerlik ya da farklılıklar ile ilgili olduğu görülmektedir. Belirlenen kavram yanılgı oranları ise %11-25 aralığında değişmektedir. En belirgin kavram yanılgısı %25 oran ile "KY2; mitoz bölünmede çekirdek zarı interfazda erir" şeklindeki yanılgıdır. Ayrıca dört aşamalı testin yapısal içeriğinin bir ürünü olan GO değerlerine yönelik yapılan değerlendirme neticesinde öğrenciler arasında yaygın kavram yanılgısının düzeyi de belirlenmiştir. Buna göre, "KY7; mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı yarıya iner." ile "KY8; hayvan hücrelerinde mitoz bölünme öncesi DNA kendini eşlerken bitki hücrelerinde eşlemez." yanılgıları GO değeri dört ve üzerinde olduğundan Güçlü Kavram Yanılgısı olarak değerlendirilmiştir. Bunların yanı sıra belirlenen diğer kavram yanılgıları ise Orta Düzeyli Kavram Yanılgısı olarak değerlendirilmiştir. Diğer yandan GAO değerleri ile kavram yanılgısının belirlenmesindeki sonuçlar karşılaştırıldığında benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Tablo 5 incelendiğinde, 2. soru ile KY1, 3. soru ile KY2, 6. soru ile KY3, 10. soru ile KY4, 11. soru ile KY5 ve KY6 belirlenmiştir. Nitekim negatif ve sifıra yakın GAO değerleri kavram yanılgısına işaret ettiğinden 2., 3., 6., 10. ve 11. sorularda kavram yanılgısının olduğu görülmektedir. Ayrıca GAO değeri 0.84 olan 13. soru ile 0.64 olan 14. soruda da birer kavram yanılgısına ulaşılmıştır. HBKÖA'nın dört aşamalı yapısı gereği belirlenen kavram yanılgılarının dört aşamalı olarak değerlendirmesi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Belirlenen Kavram Yanılgılarının Dört Aşamalı Olarak Değerlendirilmesi

Şekil 2 incelendiğinde, aşama sayısı arttıkça belirlenen kavram yanılgı oranlarının belirgin ölçüde azaldığı görülmektedir. Kavram yanılgı oranları bir aşamadan dört aşamaya doğru gidildikçe sırasıyla %31, %19, %16 ve %14 şeklinde değişmektedir. Tespit edilen bu değerler, öğrenciler arasında yaygın kavram yanılgıları oranının daha net belirlenebilmesi için dört aşamalı testlerin kullanımının avantajını göstermektedir. Belirlenen kavram yanılgısının üçü mitoz bölünme, üçü mayoz bölünme ve ikisi bölünmelerin ortak ve farklı yönleri ile ilgilidir. Belirlenen sekiz kavram yanılgısına ilişkin veriler dikkate alındığında öğrencilerin dörtte birinin “mitoz bölünmede çekirdek zarı interfazda erir. (KY2)” görüşünü paylaştığı gözlenmektedir. Şekil 1’de yer alan KY2’nin belirlendiği 3. soruya ilişkin istatistikî veriler analiz edildiğinde öğrencilerin %56’sının kendinden emin olarak doğru yanıtı ulaştığını düşündüğü ancak yalnızca %18’lik bölümünün dört aşama sonucunda bilimsel bilgiye ulaştığı görülmektedir. Nitekim bu soruda %25’lik bir grubun kavram yanılgısına sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.1) Mitoz bölünmeye ait ardışık evrelerden bazılarını yandaki şekilde gösterilmiştir.

Buna göre: aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Şekil I’deki evrede DNA kendini eşler.
B) Şekil II’deki evrede kardeş kromatitler zıt kutuplara çekilmeye başlar.
C) Şekil I’deki evrede çekirdek zarı eriyerek kaybolur.

3.2 Güven Derecesi	(1) Sadece Tahmin	(2) Çok Emin Değilim	(3) Emin Değilim	(4) Eminim	(5) Çok Eminim	(6) Kesinlikle Eminim
--------------------------	-------------------------	----------------------------	------------------------	---------------	----------------------	-----------------------------

3.3) Yukarıdaki cevabı seçtim. Çünkü:

A) Genetik materyalin kendini eşlemesi bölünme öncesi gerçekleşir.
B) Kardeş kromatitler değil homolog kromozonlar zıt kutuplara çekilir.
C) Çekirdek zarı interfaz evresinde erir.

3.4 Güven Derecesi	(1) Sadece Tahmin	(2) Çok Emin Değilim	(3) Emin Değilim	(4) Eminim	(5) Çok Eminim	(6) Kesinlikle Eminim
--------------------------	-------------------------	----------------------------	------------------------	---------------	----------------------	-----------------------------

11.1) Mitoz ve Mayoz bölünmeler arasındaki benzerlikler ile ilgili bir grup öğrenci aşağıdaki görüşleri paylaşmıştır

Gonca : Hücre sayısı değişir.
Funda : İki çekirdek bölünmesi gözlenir.
Tuna : Kromatitler birbirinden ayrılır.

Buna göre yukarıdaki öğrenci görüşlerinden hangisi yanlıştır?

A) Gonca B) Funda C) Tuna

11.2 Güven Derecesi	(1) Sadece Tahmin	(2) Çok Emin Değilim	(3) Emin Değilim	(4) Eminim	(5) Çok Eminim	(6) Kesinlikle Eminim
---------------------------	-------------------------	----------------------------	------------------------	---------------	----------------------	-----------------------------

11.3) Yukarıdaki cevabı seçtim. Çünkü:

A) Mayoz bölünmede hücre sayısı artarken, mitoz bölünmede sabit kalır.
B) Mitoz bölünme sırasında bir, mayoz bölünme sırasında ise iki sitoplazma bölünmesi gözlenir.
C) Mayoz bölünmenin her iki aşamasında da (Mayoz-I ve Mayoz-II) homolog kromozonlar birbirinden ayrılır.

11.4 Güven Derecesi	(1) Sadece Tahmin	(2) Çok Emin Değilim	(3) Emin Değilim	(4) Eminim	(5) Çok Eminim	(6) Kesinlikle Eminim
---------------------------	-------------------------	----------------------------	------------------------	---------------	----------------------	-----------------------------

Şekil 3. KY2, KY5 ve KY6 İçin Örnek Soru Maddeleri

Ayrıca %15’lik bir grup “mayoz bölünme sonucu hücre sayısı artarken mitoz bölünmede sabit kaldığını (KY5)” düşünmektedir. Mitoz ve mayoz bölünme arasındaki benzerliklere ilişkin bilginin tarandığı KY5’in belirlendiği 11. soruda öğrencilerin %62 gibi büyük bir bölümü kendinden emin olarak soruya yanıt vermiştir. Ancak bu grubun yalnızca %26’lık bir kısmı tüm aşamalara doğru yanıt vermiştir. Geriye kalan kısım ise şanslı tahmin, bilgi eksikliği ya da kavram yanılgısı şeklinde değerlendirilmiştir. Öğrencilerin %14’ü ise “mitoz bölünmede profaz evresinde çekirdek zarı erimez (KY3)” şeklinde yanılgıya sahiptir. Testin altıncı sorusuna ilişkin öğrencilerden alınan yanıtların analizine göre; öğrencilerin %58’i kendinden emin olarak cevap vermesine karşın ancak yarısı (%29) bilimsel bilgi eşliğinde soruya doğru yanıt vermiş, %14’ü mitoz bölünmede çekirdek zarının profaz evresinde erimedığı görüşünü paylaşmıştır. Bunun yanı sıra “mayoz bölünmenin ikinci aşamasının ilk evresinde DNA kendini eşler (KY1)”, “mayoz bölünmenin birinci aşaması sonucu oluşan iki hücreden birisinin kromozom sayısı yarıya iner. (KY4)” ve “mayoz bölünmenin her iki aşamasında

da homolog kromozomlar birbirinden ayrılır. (KY6)” şeklindeki kavram yanılgılarının her birinin %13'lük öğrenci grubu tarafından benimsendiği belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin %11'i "mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı yarıya iner (KY7)” şeklinde yanılgıya sahipken, diğer bir %11'lik bölümü ise "hayvan hücrelerinde mitoz bölünme öncesi DNA kendini eşlerken bitki hücrelerinde eşlemez (KY8)” şeklinde kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Diğer yandan testin dört aşamalı sistematiğine bağlı olarak Şanslı Tahmin, Negatif Yanlış, Pozitif Yanlış ve Bilgi Eksikliği kategorilerine ilişkin veriler ayrı ayrı hesaplanmıştır (bkz. Tablo 6). Buna göre, dört aşamalı olarak yapılan değerlendirme neticesinde pozitif yanlış oranları %0-4 aralığında ve ortalama %2, negatif yanlış oranları %0-3 aralığında ve ortalama %2 olarak belirlenmiştir. Bir testin geçerli, açık ve anlaşılır olduğunun belirlenebilmesi için pozitif ve negatif yanlış oranlarının %10'dan az olacak şekilde olması gerekir (Arslan, Çiğdemoglu ve Moseley, 2012; Halloun ve Hestenes, 1995). Dolayısıyla öğrenciler her ne kadar cevap ve gerekçe aşamalarında doğru yanıtlar verseler de bir test maddesine şans eseri mi yoksa bilimsel bilgi eşliğinde mi yanıt verdiği çok aşamalı testlere eklenen güven aşaması/aşamaları sayesinde belirlenebilir (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Bu bağlamda, elde edilen veriler öğrencilerin ortalama %14'ünün tesadüfen doğru yanıtla ulaştığını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin %27'lik bir bölümü konu hakkında bilgi eksikliğine sahiptir. Öğrenciler arasında en fazla bilgi eksikliğinin gözlemlendiği sorular; mayoz ve mitoz bölünmeye ilişkin birlikte değerlendirme yapılmasının beklendiği 10. soru (%18), mayoz bölünmenin ikinci aşamasına ilişkin bilgilerin tarandığı 2. soru (%17), mitoz bölünme özelliklerinin araştırıldığı 7. soru (%17) ve mitoz ve mayoz bölünme arasındaki benzerliklerin araştırıldığı 11. soru (%17) şeklindedir.

Tablo 6. Pozitif Yanlış, Negatif Yanlış, Bilgi Eksikliği Ve Şanslı Tahmin Oranları

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	Ort
Pozitif yanlış	3	1	0	4	2	3	3	2	3	2	3	2	1	2	2
Negatif yanlış	1	1	3	1	0	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2
Bilgi eksikliği	17	41	37	22	26	31	27	20	23	29	24	26	26	30	27
Şanslı tahmin	12	17	10	11	13	15	17	10	13	18	17	12	15	16	14

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki bilgi farkındalıkları ile sahip oldukları kavram yanılgıları incelenmiştir. Öğrencilerin hücre bölünmeleri konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla dört aşamalı HBKÖA geliştirilmiştir. HBKÖA'dan elde edilen veriler, hücre bölünmeleri konusunda kavramsal anlama düzeyinin düşük olduğunu göstermiştir. Buna göre doğru cevap ortalaması ilk aşamada %57, iki aşamada %43, üç aşamada %40 ve dört aşamada %38 olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra öğrencilerin hem soru hem de gerekçe aşamalarında verdikleri yanıtlardan ne derece emin olduklarına ilişkin güven aşamalarına ilişkin veriler de değerlendirilmiştir. Buna göre, soru aşamasında öğrencilerin %65'inin, gerekçe aşamasında %62'sinin, testin genelinde ise %61'inin verdikleri yanıtlardan oldukça emin oldukları gözlemlenmiştir. Testin genelinde doğru yanıtla ulaşarak bilimsel bilgi kategorisinde değerlendirilen öğrenci oranı ile kendine güven aşamasında gözlenen oran arasındaki belirgin fark öğrencilerin sorulara kavram yanılgıları eşliğinde yanıt verdiklerinin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra testin dört aşamalı doğasının bir parçası olan kendine güven aşamalarından elde edilen veriler ayrıca değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu doğrultuda, soru ve gerekçe aşamalarına ilişkin kendine güven oranları ile testin geneline ilişkin kendine güven ortalamaları hesaplanmıştır. Doğru cevap (DGO), yanlış cevap (YGO) ve genel güven ortalamalarına (GO) dayalı güven ayırım oranı (GAO) belirlenmiştir. GAO'nun pozitif çıkması halinde öğrencilerin ilgili sorularda doğru bilgi ile yanlış bilgi yönünden ayırım yapabildikleri yönünde değerlendirilmiştir. Negatif çıkması halinde ise öğrencilerin doğru bilgi ile yanlış bilgiyi ayırt edemedikleri, dolayısıyla

yanlış bilgilerin bilişsel yapıya doğru gibi tutundukları sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre hem cevap aşaması hem gerekçe aşaması hem de testin geneline ilişkin güven düzeyine dayalı GAO verileri incelendiğinde, öğrencilerin elde edilen pozitif değerlerin (0.65, 0.61, 0.65) doğru bilgi ile yanlış bilgiyi genel olarak ayırt edebildiklerine işaret etmektedir. Her bir soru bazında yapılan ayrıntılı değerlendirmede ise 2., 3. ve 11. sorularda negatif, 6. ve 10. sorularda ise pozitif ancak sifıra yakın GAO değerleri elde edilmiştir. Negatif ve sifıra yakın GAO değerleri öğrencilerin yanlış olmasına karşın verdikleri yanıtlarından emin olduklarına işaret etmektedir. Bu gruptaki öğrenciler konu ile ilgili bilimsel gerçeklerle örtüşmeyen yanıtları daha çok benimsemişlerdir. Bilimsel kabul görmüş kavramlara farklı anlam yüklenmesi kavram yanlışlığı olarak değerlendirildiğinden negatif GAO'nun aynı zamanda kavram yanlışlarına da işaret ettiği düşünülmektedir. Nitekim belirlenen kavram yanlışlığı ile GAO oranları karşılaştırıldığında paralel sonuçlara ulaşılmıştır. Negatif ve sifıra yakın değerler elde edilen sorular ile kavram yanlışlarının belirlendiği sorular büyük oranda benzerlik göstermektedir.

Kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik dört aşamalı kavramsal ölçme aracından elde edilen veriler her bir soru ve yanıt açısından ayrı ayrı değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Kavram yanlışlarının %10 ve üzerinde olması anlamlı kabul edilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010a; Tan ve diğer., 2002). Bu doğrultuda sekiz kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Ayrıca dört aşamalı HBKÖA ile elde edilen veriler değerlendirildiğinde bir aşamada %31, iki aşamada %19, üç aşamada %16 ve dört aşamada %14 şeklinde ortalama kavram yanlışlığı oranları belirlenmiştir. Belirlenen sekiz kavram yanlışlığının iki tanesi güçlü yanlışlığı, diğerleri orta düzeyli yanlışlıktır. Güçlü düzeyli kavram yanlışlığının varlığı öğrenciler arasında nispeten değiştirilmesi daha zor olan alternatif düşüncelerin bulunduğuna işaret etmektedir.

Hücre bölünmesi konusunda en temel nokta mitoz ve mayoz bölünme özellikleri ile aralarındaki farklara dikkat çekilmesidir. Mitoz ve mayoz bölünme arasındaki temel farklılıklardan birisi de oluşan hücre ve kromozom sayısıdır. Mitoz bölünme sonucu iki hücre oluşup kromozom sayısı sabit kalırken mayoz bölünmede dört hücre oluşup kromozom sayısı yarıya inmektedir. Mitoz ve mayoz bölünme farklılıklarının irdelendiği 13. soru kapsamında öğrencilerin %63'ü verdikleri yanıtlardan emin olmasına karşın %40'ı mitoz bölünme sonucu kromozom sayısının sabit kaldığı yönündeki yanıtları ile bilimsel bilgi düzeyinde değerlendirilmiştir. Bu durum öğrenciler arasında alternatif yanıtların bulunduğuna işaret etmektedir. Nitekim öğrencilerin %11'i "mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı yarıya iner (KY7)" şeklinde görüşü paylaşmaktadır. Bu gruptaki öğrenciler kromozom sayısı değişimi aşamasında mitoz ve mayoz bölünmeyi birbirine karıştırmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler mitoz bölünme sonucu kromozom sayısının mayoz bölünmede olduğu gibi yarıya indiğini düşünmektedir. Benzer şekilde, mitoz ve mayoz bölünmenin birlikte değerlendirildiği sorularda bölünme sonucu oluşan hücre sayısı yönünden farklı görüşlerin varlığına da rastlamak mümkündür. Öğrencilerin %15'i "mayoz bölünme sonucu hücre sayısı artarken mitoz bölünmede sabit kalır (KY5)" şeklinde kavram yanlışlığına sahiptir. Bu gruptaki öğrencilerin bölünme sonucu oluşacak hücre sayısı ile kromozom sayısı yönünden bir karmaşa yaşadığı açıktır. Mitoz bölünme sonucu kromozom sayısının sabit kaldığı yönündeki bilimsel bilgi bu gruptaki öğrenciler tarafından hücre sayısının sabit kaldığı şeklinde yorumlandığı için kavram yanlışlığına sahip oldukları düşünülmektedir. Ayrıca mayoz bölünme sonucu kromozom sayısının yarıya inmesi yönündeki bilimsel gerçek bu gruptaki öğrenciler tarafından bilişsel olarak yapılandırılmamıştır. Dolayısıyla öğrenciler bilişsel yapılarında kromozom sayısı ve oluşan hücre sayısı yönünden bir karmaşa yaşamakta ve bu durum kavram yanlışlığı boyutunda kendini göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, alanyazında yer alan mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayısı ve yapısı yönünde karmaşa bulunduğu yönündeki çalışma bulgularını desteklemektedir (Akyürek ve Afacan, 2013; Alkan ve diğer., 2016; Atılboz, 2004; Chattopadhyay, 2012; Lewis, Leach ve Wood-Robinson, 2000; Lewis ve Wood-Robinson, 2000; Sesli ve Kara, 2012). Örneğin, Chattopadhyay (2012) ile Lewis, Leach ve Wood-Robinson (2000) tarafından yürütülen çalışmalarda, öğrencilerin bir kısmı kromozom sayısının yarıya indiğini bir kısmı ise iki katına çıktığı görüşünü paylaşmıştır. Sesli ve Kara'ya (2012) göre, öğrenciler tüm

bölünme türleri sonrası yavru hücrelerin ana hücrenin yarısı kadar kromozoma sahip olduğunu düşünmektedir. Benzer şekilde, Atılboz (2004) öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı ve sayısı yönünden kavram yanlışlarına sahip olduğunu belirlenmiştir. Dolayısıyla araştırmadan elde edilen güçlü düzeyli KY7, alanyazında belirlenen kavram yanlışlarını destekleyici niteliktedir.

Mitoz bölünme sırasında bitki ve hayvan hücreleri arasında gözlenen istisnai farklılık sitoplazma bölünmesi aşamasında gözlenir. Buna göre, "sitoplazma bölünmesi hayvan hücrelerinde boğumlanma şeklinde oluşurken bitki hücrelerinde ara lamel oluşumu ile meydana gelir" ifadesine yer verilmektedir. Ancak bu farklılığın üzerinde durulması öğrenciler arasında bitki ve hayvan hücrelerinde gerçekleşen mitoz bölünme sırasında daha fazla farklılığın bulunduğu yönünde değerlendirme yapılmasına neden olmuştur. Örneğin testin 14. sorusu kapsamında bitki ve hayvan hücrelerinde gerçekleşen mitoz bölünme sırasındaki farklılığa yönelik farkındalığın gözlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin yaklaşık üçte birinin (%37) bu farkındalığın bilincinde olduğunu gösterirken %60 düzeyindeki katılımcının verdiği yanıtta emin olması yanlış olan yanıtlarına sıkı sıkıya tutunan öğrencilerin bulunduğunu göstermiştir. Buna göre, öğrencilerin %11'i "hayvan hücrelerinde mitoz bölünme öncesi DNA kendini eşlerken bitki hücrelerinde eşlemez (KY8)" şeklinde kavram yanlışına sahiptir. Bu gruptaki öğrenciler, bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz bölünmenin gerçekleşeceğini ancak DNA'nın eşlenmesinin bitki hücrelerinde gerçekleşmeyeceği görüşünü paylaşmaktadırlar. Bu bulgular alanyazında mitoz bölünmenin bitki hücrelerinde gerçekleşmeyeceği yönünde teşhis edilmiş kavram yanlışlarının (Chattopadhyay, 2012; Hailegebriel, 2014; Sesli ve Kara, 2012) aksine öğrencilerin mitoz bölünmenin farklı hücre tiplerinde gerçekleştiğini bildiklerini ancak farklı hücre tiplerindeki farklılığı kavrayamadıklarına işaret etmektedir.

Araştırmadan elde edilen bir diğer bulguya göre, güçlü düzeyli kavram yanlışlarının yanı sıra belirlenen diğer kavram yanlışları orta düzeyli kavram yanlışları şeklinde değerlendirilmiştir. Orta düzeyli kavram yanlışları içerisinde en göze çarpan yanlış öğrencilerin %25'inin benimsediği "mitoz bölünmede çekirdek zarı interfazda erir (KY2)" şeklindeki kavram yanlışlarıdır. Mitoz bölünme çekirdek ve sitoplazma bölünmesi şeklinde gerçekleşir. Mitoz bölünmeye ait çekirdek bölünmesi hücrede profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evresi olarak aşama aşama gerçekleşir. Bu evrelerin öncesinde DNA'nın kendini eşlediği evre ise interfaz evresidir. Buna göre, çekirdek zarı erimesi profaz evresinde gerçekleşen diğer olaylar ile birlikte bu evrede gerçekleşmesine karşın öğrencilerin interfaz evresinde gerçekleştiği yönünde bir görüşü benimsedikleri gözlenmiştir. Benzer şekilde, DNA ve gen terimleri ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye çalışan Ünlü (2015) tarafından yürütülen çalışma kapsamında da öğrencilerin çoğunluğunun interfaz aşamasını da içine alan birçok konuda kavram yanlışının olduğunu belirtmiştir. Öğretim aşamasında, interfaz evresinde en yalın haliyle sadece DNA'nın kendisini eşlediği ve akabinde ardışık evrelerin geldiği özetlenmektedir. Buna karşın birbirini takip eden bu evrelerde gerçekleşen olayların öğrenciler tarafından sıklıkla karıştırıldığı gözlenmektedir. Benzer bir durum mitoz bölünmenin birbirini takip eden evrelerinde gerçekleşen olaylara yönelik 6. soru ile ilgili verilerde de göze çarpmaktadır. Örneğin öğrencilerin %14'ünün benimsediği kavram yanlışına göre, "mitoz bölünmede profaz evresinde çekirdek zarı erimez (KY3)". Mitoz bölünmenin profaz evresinde kromozomlar belirginleşmeye başlarken, sentromerler zıt kutuplara çekilerek iğ ipliklerini oluşturur ve çekirdek zarı erimeye başlar. Evre sonunda çekirdek zarı tamamen eriyerek kromozomlar sitoplazma içine dağılır. Ancak bu gruptaki öğrencilerin profaz evresinde çekirdek zarının erimeyediğini, takip eden evre ya da evrelerde erimenin gerçekleşeceği görüşünü paylaşmaktadır. Dolayısıyla alandan farklı olarak belirlenen ve çekirdek zarının mitoz bölünmenin hangi evresinde eridiğine yönelik gözlenen kavram yanlışları ardışık evrelerde gerçekleşen olayların birbirine karıştırıldığına göstergesi niteliğindedir.

Bilindiği üzere, üreme ana hücrelerinden üreme hücrelerinin oluşmasını sağlayan hücre bölünmesi mayoz bölünmedir. Mayoz bölünme birbirini takip eden mayoz-I ve mayoz-II şeklinde iki aşamada

gerçekleşir. Bu aşamalarda gerek kromozom yapısı gerekse kromozom sayısı değişimi yönünden farklılıklar bulunmaktadır. Dolayısıyla mayoz bölünmenin iki aşamalı bu yapısı öğrenciler arasında kavram yanlışlarının yerleşmesine neden olmaktadır. Nitekim “mayoz bölünmenin ikinci aşamasının ilk evresinde DNA kendini eşler (KY1)” ve “mayoz bölünmenin her iki aşamasında da homolog kromozomlar birbirinden ayrılır (KY6)” kavram yanlışlarının her biri öğrenciler arasında %13'lük orana sahiptir. Buna göre, öğrencilerin bir kısmı sadece mayoz-I öncesinde gerçekleşen DNA'nın kendini eşlemesinin mayoz-II öncesinde de gerçekleştiği görüşünü paylaşmaktadır. Bunun yanı sıra mayoz-I sırasında homolog kromozomların birbirinden ayrılması, mayoz-II sırasında kromatitlerin birbirinden ayrılması gerçekleşmektedir. Homolog kromozomların birbirinden ayrılması mayoz-I sırasında kromozom sayısının yarıya inmesini sağlamaktadır. Mayoz-II sırasında kromatitlerin birbirinden ayrılması ise yarıya inen kromozom sayısının yavru hücrelere aynen aktarılmasını sağlamaktadır. Buna karşın öğrencilerin %13'lük bir bölümü her iki aşamada da homolog kromozomların ayrıldığını düşünmektedirler. Bu durumun öğrencilerin kromozom ile kromatit kavramlarını karıştırmalarının sonucunda gerçekleştiği söylenebilir. Nitekim Alkan ve diğer. (2016), Kalimuthu (2017) ve Ünlü (2015) yürüttükleri çalışmaları neticesinde kromozom ve kromatitlerin benzer/aynı olduğu yönünde kavram yanlışlarına rastlamışlardır. Benzer şekilde, mayoz-I ve mayoz-II aşamalarında gerçekleşen olaylara yönelik kavram yanlışlarının bulunduğu yönünde çalışmalara da rastlamak mümkündür (Atılboz, 2004; Kalimuthu, 2017; Ünlü, 2015). Mayoz-I sırasında homolog kromozomların birbirinden ayrılması neticesinde oluşan iki hücrenin kromozom sayısı yarıya inmesine karşın öğrencilerin %13'ü “mayoz bölünmenin birinci aşaması sonucu oluşan iki hücreden birisinin kromozom sayısı yarıya iner (KY4)” şeklinde kavram yanlışına sahiptir. Öğrenciler arasında hücre bölünmeleri sırasında gerçekleşen kromozom sayısı değişimine yönelik alanyazında birçok çalışma bulgusuna rastlamak mümkündür. Örneğin Sesli ve Kara “tüm bölünme türleri sonrası yavru hücrelerin ana hücrenin yarısı kadar kromozoma sahip olduğu”, Lewis, Leach ve Wood-Robinson (2000) “mitoz bölünme sonucu kromozom sayısının yarıya indiği/iki katına çıktığı, üreme hücreleri oluşumunda kromozom sayısının iki katına çıktığı”, Kalimuthu (2017) “mayoz-I sırasında kromozom sayısının sabit kalıp mayoz-II'de yarıya indiği, mayoz sonucu $2n$ kromozomlu hücrelerin oluştuğu” Lewis ve Wood-Robinson (2000) “mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayısının ve genetik bilginin aynı olduğu”, Chattopadhyay (2012) “mayoz bölünmede kromozom sayısının sabit kaldığı/iki katına çıktığı/genetik bilginin değişmediği” şeklinde kavram yanlışlarını belirlemişlerdir. Buna karşın ne mitoz bölünme ne de mayoz bölünme (Mayoz-I ve/veya Mayoz-II) sonucu oluşan hücrelerden birinin kromozom sayısının değiştiği yönünde bir çalışma bulgusuna rastlanılmamıştır.

Sonuç olarak; alanyazında dört aşamalı ölçme aracı ile yürütülen sınırlı sayıdaki çalışmada yanıtlara ilişkin güven düzeyine dayalı analiz verileri ön plana çıkmaktadır. Buna karşın yürütülen çalışmada yanıtlara dayalı güven düzeyi analiz sonuçları ile belirlenen kavram yanlışları birlikte değerlendirilmiştir. Bu sayede iki ve üç aşamalı testlere nazaran daha net ve güvenilir kavram yanlışları oranları belirlemek mümkün hale gelmiştir. Bunun yanısıra teşhis edilen kavram yanlışları güven düzeyi analiz verileri ile ilişkilendirilerek güçlü ve orta düzeyli şeklinde sınıflandırılabilmiştir. Öğrenciler arasında güçlü düzeyli kavram yanlışlarının varlığı ise bilişsel yapıda daha sıkı tutunan bilimsel gerçekler ile örtüşmeyen bilgilerin varlığını göstermiştir. Bunun yanı sıra dört aşamalı ölçme aracı ile elde edilen veriler yanıtlara dayalı güven düzeyi yönünden de değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yanıtlarına ilişkin güven düzeyleri bilgi farkındalıklarının belirlenmesi aşamasında yol gösterici olmuştur. Öğrencilerin verdiği yanlış yanıtın doğruluğuna olan inançları ilgili kavram hakkında doğru bilgi ile yanlış bilgiyi ayırt edemediklerini ifade etmektedir. Doğru bilgi ve yanlış bilgiyi birbirinden ayıramayan, verdiği yanlış yanıtların doğruluğundan oldukça emin olan öğrencilerin varlığı ise kavram yanlışlarının belirlenmesinde ön koşul olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla çalışmada kullanılan dört aşamalı testin yanıtlar ile güven düzeyine ilişkin verilerin ilişkilendirilerek analizini sağlaması daha güvenilir analiz sonuçları elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Diğer yandan, kavram yanlışlarının ilgili konu alanındaki bilimsel bilgiye ulaşmayı engelleyici yapısı düşünüldüğünde, teşhisi ve öğretim aşamalarında dikkate alınması önem arz eder. Dolayısıyla alanyazında yer alan çalışmalar doğrultusunda teşhis edilen kavram yanlışlarının değerlendirilmesi ile önleyici tedbirlerin alınması gerekir. Son olarak, araştırmamanın bulguları ve yorumları doğrultusunda araştırmacılara birtakım öneriler sıralanmıştır:

- Katılımcıların cevaplarına yönelik güven düzeyleri yönünden değerlendirme yapılmasına olanak sağlayan dört aşamalı testler gibi ölçme araçlarının daha sıklıkla kullanılması kavram yanlışlarının belirlenmesinde daha doğru ve güvenilir sonuçlar sunacaktır.
- Alanyazındaki çalışmalarla belirlenmiş kavram yanlışları ile ilgili öğretmenlerin bilgilendirilmesi (kurs, hizmet içi eğitim vs.) öğrencilerin hem bilimsel hem de bilimsel gerçeklere aykırı ön bilgiler ile öğretim kademelerine geldikleri yönündeki farkındalığın oluşmasına katkı sağlayacaktır.
- Öğretim faaliyetleri öncesinde mevcut ön bilgiler yönünden değerlendirme yapılmasının, öğretim aşamasında kavram yanlışlarının yaygınlığını engellemesi mümkün olabilecektir.
- Soyut içeriği nedeniyle hücre bölünmeleri gibi konularda bilginin kalıcılığına yönelik çeşitli yöntem ve tekniklerin işe koşulması yarar sağlayacaktır.

Kaynakça

- Adıgüzel, R. (2006). *Mitoz ve mayoz hücre bölünmesi konusundaki kavram yanlışlarının tespit ve bu konuda fen bilgisi öğretmenlerinin çözüm önerileri (Muğla örneği)*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Akgün, A., Duruk, Ü., Doğan, C. ve Güngörmez, H. G. (2017). Hücre bölünmesi ve kalıtım ünitesinde yer alan soyut kavramların metaforlar yoluyla incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 59, 89-102.
- Akyürek, E. ve Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin "hücre bölünmesi ve kalıtım" ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve anoloji ile kavramsal değişim metinleri kullanılarak giderilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 175-193.
- Alıcı, D., Başol, G., Çakan, M., Kan, A., Karaca, E., Özbek, Ö. Y. ve Yaşar, M. (2011) *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Alkan, İ., Akkaya, G. ve Köksal, M. S. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanlışlarının model oluşturma yaklaşımıyla belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 121-135.
- Alparslan, C., Tekkaya C. ve Geban, Ö. (2003). Using the conceptual change instruction to improve learning. *Journal of Biological Education*, 37(3), 133-137.
- Arslan, H. Ö., Cığdemoğlu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of the introductory concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.
- Aydın, G. ve Balım, A. G. (2013) Öğrencilerin "hücre bölünmesi ve kalıtım" konularına ilişkin kavram yanlışları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 338-348.
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanlışları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 27-64.
- Bell, B. F. (1981). What is a plant: Some children's ideas. *New Zealand Science Teacher*, 31, 10-14.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Caleon, I. ve Subramaniam, R. (2010a). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Caleon, I. ve Subramaniam, R. (2010b). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313-337.
- Chattopadhyay, A. (2012). Understanding of mitosis and meiosis in higher secondary students of Northeast India and the implications for genetics education. *Education*, 2(3), 41-47.
- Community For Science Education in Europe (SCIENTIX) (2015). Scientix 2 results How Scientix adds value to STEM education. <http://www.scientix.eu/about> adresinden 20 Mart 2017 tarihinde edinilmiştir.
- Çepni, S. (2005). *Bilim, fen, teknoloji ve eğitim programlarına yansımaları. Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (3. Baskı). Çepni, S. (Ed.). Ankara: Pegem-A Yayıncılık.
- Driver, R. ve Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç-Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, Türkiye.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (2000). ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93-98.
- Eyidoğan, F. ve Güneysu, S. (2002). *İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi kitaplarındaki kavram yanılgılarının incelenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, Türkiye.
- Gilbert, J. K. (1977). The study of student misunderstandings in the physical sciences. *Research in Science Education*, 7, 165-171.
- Gönen, S. ve Akgün, A. (2005). Bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgılarının tespiti ve giderilmesinde, çalışma yapıları ve sınıf içi tartışma yönteminin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(13), 99-111.
- Griffard, P. B., & Wandersee, J. H. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, 23, 1039-1052.
- Gülççek, Ç. (2002). *Lise 2. sınıf öğrencilerinin mekanik enerji korunumu konusundaki kavram yanılgıları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Güneş, M. H. ve Güneş, T. (2005). İlköğretim öğrencilerinin biyoloji konularını anlama zorlukları ve nedenleri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 169-175.
- Hailegebriel, G. (2014). *Students' misconceptions about cell biology and cell division: The case of Kelafo secondary and preparatory school, Somali region, Ethiopia*. Unpublished master of education dissertation, Natural and Computational Sciences, Haramaya University. Retrieved from: <http://hulirs.haramaya.edu.et/handle/123456789/1097>.
- Halloun, I. A. ve Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Hasan, S., Bagayoko, D. ve Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34, 294-299.
- Kalimuthu, I. (2017). *Improving understanding and reducing secondary school students' misconceptions about cell division using animation-based instruction*. In: Karpudewan M., Zain A., Chandrasegaran A. (Eds.) *Overcoming Students' Misconceptions in Science* (pp. 283-306). Springer, Singapore.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics*. Unpublished doctoral dissertation. Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi* (20. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Lewis, J., Leach, J. ve Wood-Robinson, C. (2000). Chromosomes: The missing link-young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189-199.
- Lewis, J. ve Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7,8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Association for Research in Science Teaching (NARST) (1993). Notes on NARST history. <https://minds.wisconsin.edu> adresinden 14 Mart 2017 tarihinde edinilmiştir.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2003). *Inquiring safely: A guide for middle school teachers*. Arlington, VA: NSTA.
- Novak J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate prepositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Odom A. L. (1995). Secondary and college biology students' misconceptions about diffusion and osmosis. *The American Biology Teacher*, 57, 409-415.
- Peşman, H. ve Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Riche, R. D. (2000). *Strategies for assisting students overcome their misconceptions in high school physics*. Memorial University of Newfoundland Education 6390.
- Sesli, E. ve Kara, Y. (2012). Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic test for high school students' understanding of cell division and reproduction. *Journal of Biological Education*, 46(4), 214-225.
- Shaw, K. R. M., 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.
- Sungur, S. (2000). *Contribution of conceptual change text accompanied with concept mapping on students' understanding of human circulatory system*. Unpublished master dissertation. Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S. ve Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of research in Science Teaching*, 39(4), 283-301.
- Tatar, N. ve Koray, Ö. C. (2005). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin "genetik" ünitesi hakkındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 415-426.
- Taşlıdere, E. (2016). Lise öğrencilerinin mekanik dalgalar konusu kavram yanlışları: Öğrenciler bildikleri ve bilmediklerinin farkındalar mı? *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 63-86.
- Tekkaya, C., Özkan, Ö. ve Sungur, S. (2001). Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 145-150.
- Treagust, D. F. (1985). Diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick Springs, Indiana.
- Tsai, C. C. ve Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157-165.
- Türkmen, L., Çardak, O. ve Dikmenli, M. (2002). *Lise öğrencilerinin canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, Türkiye.
- Uğur, U. K. (2010). *Lise öğrencilerinin sindirim sistemi ile ilgili kavram yanlışlarının iki aşamalı testler ile tespit edilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ünlü, A. (2015). *İlköğretim öğrencilerinde kalıtımla ilgili kavram yanlışları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Wuttiptom, S., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Chitaree, R. ve Soankwan, C. (2009). Development and use of a conceptual survey in introductory quantum physics. *International Journal of Science Education*, 31(5), 631-654.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 102-120.
- Yürük, N., Selvi, M. ve Yakışan, M. (2011). Üst kavramsal öğretim etkinliklerinin biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkilerle ilgili kavramsal anlamaları üzerindeki etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(1), 447-464.
- Zaman, S. (2006). *Mitoz ve mayoz bölünme konusunda geliştirilen bilgisayar destekli biyoloji öğretim materyalinin değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Extended Summary

Some difficulties, especially misconceptions in students' understanding science with abstract concepts in it are frequently encountered (Ayas ve Demirbaş, 1997). At the beginning of the topics that students have difficulties and misconceptions about in science classes is cell division (Atılboz, 2004; Aydın ve Balım, 2013; Güneş ve Güneş, 2005; Hailegebriel, 2014; Lewis ve Wood-Robinson, 2000). When the literature is examined, it is observed that the majority of the studies carried out focuses on the misconceptions and its' possible causes. In addition to this, multiple choice tests are more frequently used in determining misconceptions. Multiple-choice tests have evolved over time in one-step, two-step, three-step, and four-step stages in order to identify emerging needs and further diagnostics. However, the use of four tier tests is limited. Also, it is seen that there are a limited number of studies in which statistical data based on true / false answers and analysis results based on trust level are jointly evaluated (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Kaltakçı, 2012). On the other hand, there was no study using a four-step test involving cell division. Conducted study is expected to fill this gap in the area. In conclusion, the main aim of the study is to determine the misconceptions and knowledge awareness of eight grade students on cell division.

The study where the scanning model is adopted, was conducted with 260 (131 female and 129 male) students studying at a state school in Izmir city center. As a data collection tool, four tier Cell Division Conceptual Measuring Tool (CDCM) consisting of fourteen questions was used. For the first tier, two tier, three tier and four tier of the tool, the item difficulties were calculated as in the range of .38-.67, .25-.60, .24-.58 and .25-.54 respectively, and the distinctiveness were calculated as in the range of .27-.71, .41-.89, .44-.93 and .46-.93 respectively. The Cronbach Alpha Reliability Coefficients for the first tier, two tier, three tier and four tier of the tool were calculated as .73, .85, .87 ve .88 respectively. Pearson Product-Moment Correlation Coefficient was investigated for answer, reason and confident tiers and it was determined that there was a positive and significant relation between tiers.

When the data obtained from the study were evaluated, it was observed that the level of conceptual understanding of students in the cell division significantly decreased as the number of tiers increased (first tier %57, two tier %43, three tier %40, four tier %38). Only %38 of the students respond correctly to the test, indicating that they have a low level of conceptual understanding in cell division. In addition, 61% of the confidence averages for the complete test against the mean of 38% correct answers point to the existence of misconceptions. In the other hand, it is necessary to make calculations about the level of confidence since the students can evaluate the questions and the reasons as separate questions (Caleon ve Subramaniam, 2010b; Griffard ve Wandersee, 2001; Tsai ve Chou, 2002). In this direction, the calculation is made for the related variables which are stated as Confidence Average (CA), Right Answer Confidence Average, False Answer Confidence Average and Confidence Separation Rate (CSR). The confidence stages were evaluated over six points between "1" and "6"; In the evaluation of the level of confidence, values below 3.5 indicate low level of confidence and above 3.5 the level of high level of confidence. The results show that students have a high level of confidence in the answers given throughout the test. The assessment of whether students can distinguish between what they know and what they do not know is assessed in terms of CSR variability. Accordingly, positive CSR refers to the presence of a students with correct responding and a high level of confidence in responding, whereas negative CSR refers to the presence of students wrong responding but with a high level of confidence in responding. According to the results obtained, students can not distinguish between what they know in the 2nd, 3rd and 11th questions and what they do not know.

In determining the misconceptions in cell division, incorrect answers in each question were evaluated with confidence level. According to this, for each misconception, those with CA value above three and a half (> 3.5) were described as "True Misconceptions" and those with a CA value below three and a half (≤ 3.5) were described as "Artificial Misconception"(Caleon ve Subramaniam, 2010b). In addition, the true misconceptions are divided into two subgroups as "Strong

Misconceptions" ($CA \geq 4.0$) and "Intermediate Misconceptions" ($3.5 < CA < 4.0$). Therefore, eight misconceptions that determined with the outcome of the respective response combinations are grouped by evaluating in the in the CA value context.

"The number of chromosome after mitosis breaks down to half (M7; %11)" and "DNA replication occurs before mitosis division in animal cell but not in plant cells (M8; %11)" have been diagnosed in the strong misconceptions category. "DNA replication occurs in the first phase of the second stage of meiosis division (M1; %13)", "Nucleus membrane melts in interphase in the mitosis division (M2; %25)", "Nucleus membrane don't melts in prophase in the mitosis division (M3;%14)", "The number of chromosomes of one of the two cells which formed as a result of the first stage of meiosis division reduce by half (M4; %13)", "The number of cells increases in the meiosis division but remains constant in the mitosis division (M5; %15)", "Homologous chromosomes are separated from each other in both stages of meiosis division (M6; %13)" have been diagnosed in the intermediate misconceptions category.

Although many tools and methods have been used to determine misconceptions about cell division in the field, the lack of studies using a four-step measuring instrument has created the starting point of the study. In addition to this, the analysis based on the confidence level for the given responses in the studies in which the limited number of four-tier measuring tools are used is the foreground. However, in conducted study, the analysis results based on the confidence level and misconceptions based on given responses are evaluated together. When the data obtained from the study were evaluated, it was concluded that low level of conceptual understanding and knowledge awareness at the point of separating the right and wrong knowledge of the students about cell division. This situation leads to common misconceptions. In the light of the obtained findings, taking precautions to prevent the prevalence of misconceptions in the teaching phase is presented as a suggestion.