International Online Journal of Educational Sciences, 2014, 6 (3), 737-760

iojes
www.iojes.net

International Online Journal of Educational Sciences

ISSN: 1309-2707

A Qualitative Study Concerning the 6th Grade Students' Conceptual Structures about the Cell Concept

Özgecan Taştan Kırık[1] and Halil Kaya[2]

[1] Çukurova University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, Adana, Turkey; [2] Çukurova University, Graduate School of Social Sciences, Adana, Turkey

ARTICLE INFO

Article History:
Received 18.05.2014
Received in revised form 12.11.2014
Accepted 14.11.2014
Available online 02.12.2014

ABSTRACT

This study aims to investigate 6th grade students' conceptual structures about the cell concept in science education. For this purpose, drawing method, open-ended questions and word association test were applied to 65 middle school students. Descriptive analysis and content analysis were used to analyze the data. It was found that there were a wide range of alternative conceptions in students' drawings and definitions of the cell. They mostly designated the nucleus, cell membrane and the mitochondria as the most important parts or organelles. The participants association of the cell concept with daily life was mostly categorized as 'awareness generated by knowledge', 'health' and 'finding it necessary for the future'. Also, the data collected through the word association test was categorized under 5 categories and 'defining the cell', 'parts and the organelles of the cell' and 'giving examples to the cell' were the mostly persisting ones. We conclude that the 6th grade students who met for the first time with the cell concept at school had insufficient conceptions about that concept.

© 2014 IOJES. All rights reserved

Keywords:
Cell Concept, Alternative Conception, Word Association Test, Student Drawings, Qualitative Research

Extended Abstract

Purpose and Significance

Given that biology is a branch of science that studies life and living organisms, why the most basic living structural unit of all living creatures, cells, should be well understood comes out clearly. However, cell being one of the basic concepts of biology is characterized as a difficult concept by the students at different grade levels. The studies conducted to reveal the conceptual understanding of the students about the cell concept are especially at high school level (Cavas ve Kesercioglu, 2010; Cle´ment, 2007; Flores, Tovar ve Gallegos, 2003; Yörek, 2007). On the other hand, the students in Turkey meet the cell concept at 6th grade for the first time. Elementary science curriculum published by Ministry of National Education in Turkey in 2013 requires that 6th grade students should differentiate between the animal cell and the plant cell and gain some skills and knowledge about the relationship between cell-tissue-organ-system and living organism. In this respect, a necessity of a detailed study that exposes what cognitive structure elementary school students have when first confronted with the cell concept at school arises. Thus, when teaching other concepts related to cell at higher grade levels, it will be possible to be aware of the alternative conceptions and the readiness of the students and also student-centered learning environments can be designed to deal with the conceptual difficulties. Accordingly, the aim of this study is to examine the conceptual structures of 6th grade

[1] Corresponding author's address: Çukurova University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 01330, Adana, Turkey
Telephone: +90 (322) 338 60 76 / 52
e-mail: ozge.deniz@gmail.com
DOI: http://dx.doi.org/10.15345/iojes.2014.03.018

© 2014 International Online Journal of Educational Sciences (IOJES) is a publication of Educational Researches and Publications Association (ERPA)

elementary students about the cell concept by using a conceptual understanding test containing open-ended questions, student drawings and a word association test.

Methods

Qualitative research method is used in the study. The participants were 65 students attending a middle school in Osmaniye, Turkey at fall semester of 2013-2014 academic year. They were selected by using purposive sampling. Data was collected through conceptual understanding test containing 5 open-ended questions, student drawing method and word association test. Open-ended questions are about drawing a cell, defining the cell, the most important parts or organelles of the cell and the students' associations of the cell concept and their daily lives. Word association test required students to write 5 words first coming to their minds about the cell and make a sentence by using them. Descriptive and content analysis were used to analyze the data. Reliability of the data analysis, which was calculated according to Miles and Huberman (1994)'s formula is 91%.

Results

Results of the open-ended questions showed that the students indicated partly understanding to comprehend the difference between the animal cell and plant cell. Most of the students' definitions of the cell involved alternative conceptions. They mostly designated the nucleus, cell membrane and the mitochondria as the most important parts or organelles. The participants association of the cell concept with daily life was mostly categorized as 'awareness generated by knowledge', 'health' and 'finding it necessary for the future'. Students' drawings were categorized using a five-level coding framework and the frequencies of drawn parts and organelles were calculated. The drawings were mostly contained alternative conceptions. The words written to word association test were classified under 5 categories (defining the cell, parts and organelles of the cell, giving examples to the cell, specifying the organism that the cell belongs to and the shape of the cell). The students were mainly under the first 3 categories.

Discussion and Conclusion

The results of this study showed that 6th grade students who faced with the cell concept for the first time at school had many alternative conceptions and several points that they had difficulty to understand. It can be concluded that these students had insufficient conceptions about the cell concept, but they were aware that a cell represents aliveness. This result is supported by the answers given to both open-ended questions and the word association test. The cell drawings also contained several alternative conceptions which were mainly about the difference between the animal and the plant cell. Since only 30% of the students had representative drawings and many of them had alternative conceptions, it can be concluded that their understanding of the structure of the cell was also poor. Clement (2007) claimed that presenting the cell concept through only two cell prototypes (animal and plant cell) may make it difficult to differentiate cells. Instead of only giving a prototype animal cell and a plant cell, presenting historical development of the discovery of the cell can be more interesting and useful for the students. This study also revealed that 6th grade students attached importance to the cell concept and could associate this concept with daily life. Some of them thought that knowing the cell was important for their future professional development. Although the primary science curriculum has been designed by considering constructivism, it is obvious that they had still insufficient comprehension about the cell concept. Accordingly, the teachers still need to design content and materials about this concept and use proper teaching methods by considering the possible alternative conceptions revealed by the studies as the present one.

6. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Konusundaki Kavramsal Yapıları Hakkında Nitel Bir Çalışma

Özgecan Taştan Kırık[1] ve Halil Kaya[2]

[1] Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Adana, Türkiye; [2] Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, Türkiye

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihçesi:
Alındı 18.05.2014
Düzeltilmiş hali alındı 12.11.2014
Kabul edildi 14.11.2014
Çevrimiçi yayınlandı 02.12.2014

ÖZET

Bu çalışma 6. sınıf öğrencilerinin hücre kavramı hakkındaki kavramsal yapılarını incelemeyi amaçlar. Bu amaç doğrultusunda 65 ortaokul öğrencisine çizim yöntemi, açık uçlu sorular ve kelime ilişkilendirme testi uygulanmıştır. Veriler betimsel analiz ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin hücre çizimlerinde ve tanımlarında çok sayıda alternatif kavrama olduğu bulunmuştur. Öğrenciler çekirdeği, hücre zarını ve mitokondriyi en önemli kısım veya organel olarak belirtmiştir. Katılımcıların hücre kavramını gerçek yaşamla ilişkilendirmeleri çoğunlukla 'bilginin sağladığı farkındalık', 'sağlık' ve 'gelecek için gerekli bulma' kategorileri altında toplanmıştır. Kelime ilişkilendirme testi cevaplarına göre ise 5 tema belirlenmiş ve bunlar arasında 'hücrenin tanımlanması', 'hücrenin yapı ve organelleri' ve 'hücreye örnek verme' temaları en sık gözlenenler olmuştur. Sonuç olarak hücre konusuyla ilk defa karşılaşan 6. sınıf öğrencilerinin bu kavram hakkında yetersiz kavramaya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

© 2014 IOJES. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler:
Hücre Kavramı, Alternatif Kavrama, Kelime İlişkilendirme Testi, Öğrenci Çizimleri, Nitel Araştırma

Giriş

Yirmi yıldan fazla bir süredir fen eğitimi alanında yapılan araştırmaların başlıca konusunun, öğrencilerin fen kavramlarını algılama ve yorumlama biçimleri olduğu görülmektedir. Pek çok konuda çok sayıda çalışma yayınlanmıştır (Artun ve Coştu, 2011; Francek, 2013; Longfield, 2009; Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994). Bunlardan çıkarılabilecek en önemli sonuçlardan biri öğrencilerin formal eğitim almadan önce doğal ve teknolojik dünya ile ilgili büyük miktarda bilgi ve fikirle dolu olduğudur. Daha da önemlisi, bu kavramların bazılarının bilimsel otoritelerce kabul edilenlerden farklı olduğu bulunmuştur. Kavramlar çevremizdeki dünyayı anlamamıza yardımcı olan fikirler, nesneler veya olaylar olarak düşünülebilir (Eggen ve Kauchak, 2004). Kavram yanılgıları ise kişinin kendi deneyimleri sonucu oluşturduğu, bilimsel olarak kabul edilen gerçeklerle uyuşmayan, değişime dirençli ve yeni öğrenmeleri önemli ölçüde etkileyen kavramaları olarak ifade edilebilir (Pfundt ve Duit, 1991; Carmichael vd., 1990). Fisher (1983) kavram yanılgısını bilim insanlarınca kabul edilenden farklılık gösteren fikirler, yorumlamalar olarak tanımlar. Kavram yanılgısı terimi eğitimciler arasında sıklıkla kullanılsa da yanlış fikirleri çağrıştırdığı düşüncesiyle kimilerince tercih edilmemektedir. Bu çalışmada Hewson ve Hewson (1983) tarafından önerilmiş daha yansız bir terim olan alternatif kavrama ifadesi kullanılacaktır. Nussbaum ve Novick (1982) alternatif kavramaların bilimi anlamayı engellemek suretiyle öğrenmede kritik bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Çocuklar çevrelerindeki dünya ile etkileşime girerek bir anlam arayışında bulunmakta ve bu deneyimleri var olan zihinsel şemalarını test etmek veya değiştirmek için kullanmaktadır (Eggen ve Kauchak, 2004). Bu bağlamda alternatif kavramaların pekçok kaynağı vardır. Deneyimler, ebeveynler veya diğer aile bireyleri, kaynak materyaller, medya ve öğretmenler bunlar arasında sayılabilir. Burada esas önemli olan nokta bu sayılan kaynakların tümünün "güvenilir" olarak nitelenmesi ve öğrencilerin öğretileni tümüyle doğru kabul ederek olduğu gibi almasıdır. Alternatif kavrama bir kere oluştu mu giderilmesi veya değiştirilmesi oldukça zordur ve öğrenme üzerinde ciddi olumsuz etkileri vardır (Thompson ve Logue, 2006).

[1]Sorumlu yazarın adresi: Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Adana, Türkiye
Telefon: +90 (322) 338 60 76 / 52
e-posta: ozge.deniz@gmail.com

DOI: http://dx.doi.org/10.15345/iojes.2014.03.018

Kavram öğretiminin etkili bir şekilde yapılabilmesine yönelik olarak öğrencilerin mevcut bilişsel yapılarının anlaşılabilmesi, alternatif kavramalarının ortaya çıkarılarak bunları gidermeye yönelik öğretim stratejileri geliştirilmesi fen eğitiminde oldukça önemsenmektedir. Öğrencilerin kavramsal yapılarının ortaya çıkarılmasında kullanılan teknikler arasında anket, görüşme, kelime ilişkilendirme testi, çizme-yazma tekniği, kavram haritaları sayılabilir (Bahar ve ark., 2008; White ve Gunstone, 2000). Bu çalışmada nitel araştırmalarda sonuçların inandırıcılığını ve tutarlığını sağlamada oldukça önemli görülen çeşitleme (triangulation) sağlamak üzere, öğrencilerin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmada kelime ilişkilendirme testi, çizim tekniği ve açık uçlu sorular kullanılmıştır.

Kelime ilişkilendirme testleri (KİT) öğrencinin bilişsel şemasını, bu yapıdaki kavramları ve bu kavramların birbiriyle ilişkisini, uzun dönemli hafızadaki bilgi ağını incelemek ve çözümlemek üzere kullanılan eski ve yaygın tekniklerden biridir. Pekçok çalışmada da kullanıldığı görülmektedir (Bahar ve Kılıç, 2001; Bahar ve Özatlı, 2003; Cardellini ve Bahar, 2000; Kempa ve Nicholls, 1983; Köseoglu, Budak ve Kavak, 2002; Nakipoğlu, Benlikaya ve Bahar, 2002; Preece, 1978; Shavelson, 1974). Bu teknikle öğrenci aklına gelen kelimeleri sınırlandırılmadan, uyarıcı kelime vasıtasıyla bağımsız olarak yazabilir (Bahar, Johnstone ve Sutcliffe, 1999).

Son yıllarda öğrenci çizimleri de öğrencilerin bilimsel kavramlarla ilgili kavramalarını ve zihinsel modellerini ortaya çıkarmada oldukça popüler olmuştur (Bahar ve ark. 2008; Çardak, 2009; Ozden, 2009; Patrick ve Tunnicliffe, 2010; Prokop ve Fancˇovicˇova, 2006; Reiss ve Tunnicliffe, 2001; Zoldosova ve Prokop, 2007). Çizimler etkili ve basit araçlar olmakla birlikte öğrencilerin inançları ve fikirlerini kıyaslamada da kolaylık sağlamaktadır (Bahar ve ark., 2008). Çizim yöntemi ayrıca düşüncelerini sözel olarak derinlemesine ifade etmede zorluk çeken öğrenciler için de alternatif bir yol olmuştur (Rennie ve Jarvis, 1995). Diğer taraftan çizim yönteminin bazı dezavantajları bulunmaktadır. White ve Gunstone (2000)'a göre anlamayı ortaya çıkarmada çizim yöntemi faydalı bir yol olsa da, açık bir teknik oluşu, çizen öğrencinin çizim yeteneklerine bağlı oluşu ve güvenilir olarak puanlamanın zor oluşu gibi sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu sebeplerle açık uçlu sorular, görüşme, farklı testler gibi başka yöntemlerle de desteklenmesi gerekmektedir (Cinici, 2013).

Alanyazına baktığımızda öğrencilerin biyoloji konularındaki zihinsel yapılarını ve kavramsal anlamalarını araştıran oldukça fazla miktarda çalışmanın yapıldığını görürüz (Alparslan, Tekkaya ve Geban, 2003; Aşcı, Özkan ve Tekkaya, 2001; Braund, 1998; Çapa, 2000; Tekkaya ve Balcı, 2003; Pashley, 1994; Sungur, Tekkaya ve Geban, 2001; Teixeira, 2000; Yip, 1998). Biyolojinin yaşamı ve yaşayan organizmaları inceleyen bir bilim dalı olduğu göz önüne alındığında, tüm canlıların canlı olan en temel yapı biriminin, hücrenin, neden iyi anlaşılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ancak biyolojinin en temel konularından biri olan hücre, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerce anlaşılması zor bir kavram olarak nitelendirilmektedir. Kavramsal problemler özellikle hücrenin kendi kendini yönetebilen bir organizma oluşu, içerdiği yapı ve organeller, yürüttüğü görevler, hücre, atom ve molekül kavramlarının ayırdedilmesi gibi konu alanlarında ortaya çıkmaktadır (Flores, Tovar ve Gallegos, 2003). Öğrencilerin hücre konusuyla ilgili kavramsal anlamalarını ortaya çıkarmak üzere yapılmış çalışmaların özellikle lise düzeyinde olduğu görülmektedir (Cavas ve Kesercioglu, 2010; Cle´ment, 2007; Flores, Tovar ve Gallegos, 2003; Yörek, 2007). Bu öğretim düzeyindeki problemli kavramalardan bazıları şöyledir: 'hücre neyi alıp neyi atacağını bilir' (Dreyfus ve Jungwirth, 1988, 1989), soluk alıp verme gibi hayvansal süreçlerin doğrudan hücreye atfedilmesi (Garci´a Zaforas, 1991'den akt. Flores, Tovar ve Gallegos, 2003), 'hücre çoğalması, bölünmeden sonra da var olan eski bir hücre tarafından yeni bir hücre oluşturulması demektir' (Smith, 1991). Ayrıca öğrencilerin birbirine karıştırdıkları konular olduğu bulunmuştur. Örneğin memelilerde üreme ve çiftleşmenin ayrımı ile ilgili kafa karışıklıkları (Okeke ve Wood-Robinson, 1980); genetik süreçlerin kromozom sayılarına bağlı olduğu ve kromozomların da bir çift DNA zincirinden oluştuğu ve haploid hücrelerde bulunduğu (Kindfield, 1991); DNA kopyalanmasının yalnızca mayozda gerçekleştiği (Longden, 1982) ve hücre altı, hücresel ve hücre üstü düzeyde gerçekleşen beslenme, fotosentez ve solunum gibi süreçlerin karıştırılması (Lazarowitz ve Penso, 1992) bunlar arasında gösterilebilir. Cinsel üremenin mikroorganizmalarla sınırlandırılması ve bölünmeyle oluşan hücrelerin geldikleri hücreden küçük olması (Okeke ve Wood-Robinson, 1980) da diğer kavramsal problemlerin yaşandığı yaşamsal süreçlerdendir. Ek olarak öğrenciler mikroskopta gözlem yaptıklarında birtakım görsel zorluklarla karşılaşabilmektedir. Örneğin yalnızca bir duvarı anımsatan kare ya da dikdörtgen şeklindeki bölümleri veya ayırdedilemeyen çizgi veya düğüm noktalarını fark edebilmektedirler

(Dı´az De Bustamante ve Jimenez, 1996'dan akt. Flores, Tovar ve Gallegos, 2003). Sesli ve Kara (2012) da lise öğrencilerine uyguladığı iki uçlu test ile hücre bölünmesi ve üreme ile ilgili alternatif kavramaları ortaya çıkarmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre katılımcıların büyük bir kısmının üreme hücrelerinin oluşumunu ve döllenme mekanizmasını ve tüm canlıları için çeşitli çevre ortamlarına adaptasyondan dolayı genetik çeşitliliğin kaçınılmaz oluşunu anlamadıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin hücredeki kromozom sayısını genetik çeşitlilikten sorumlu tuttuğu bulunmuştur. Genel olarak öğrencilerin büyük oranda hücre bölünmesi ve üreme ile ilgili çok sayıda alternatif kavramaya sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Topsakal ve Oversby (2012) öğretmen adayları ve yüksek lisans öğrencilerinin bitki hücresi çizimlerini incelemişlerdir. Katılımcıların çoğunluğu yaprak hücresi çizmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı tüm bitki hücrelerinin aynı olduğunu iddia etmiştir. Yüksek lisans öğrencilerinin tümü ise plastidlerden dolayı tüm bitki hücrelerinin aynı olmadığını belirtmiş ve çoğunlukla kök hücresini örnek vermişlerdir. Bazıları da hücrelerin içerdiği tüm organellerin aynı olduğunu fakat şekil ve büyüklüklerinden farklılık olabileceğini belirtmiştir. Çizimlerinde tüm katılımcılar hücre duvarı, hücre zarı, sitoplazma ve çekirdeği göstermiştir. Genel olarak katılımcıların çizimleri birbirinin aynıdır. Neden bu şekilde çizdikleri sorulduğunda ise başka türlüsünü bilmediklerini söylemişlerdir.

Türkiye'de ise öğrenciler hücre kavramıyla ilk olarak 6. sınıfta tanışmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) 2013 yılında yayınladığı İlköğretim Fen Bilimleri dersi öğretim programına göre 6. sınıf öğrencilerinin hücre ile ilgili olarak hayvan ve bitki hücrelerini ayırt edebilmesi ve hücre-doku-organ-sistem ve organizma ilişkisini kavramasına ilişkin bilgi ve beceriler kazanmaları amaçlanmaktadır. Bu amaca yönelik olarak verilen kazanımlarsa aşağıdaki gibidir:

- Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.
- Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili olarak ileri sürülen görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır.
- Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar.

Hücre konusunun ilköğretim düzeyinde, özellikle 6. sınıf öğrencilerince nasıl anlaşıldığını, öğrencilerin hücreyi nasıl algıladığı ve yorumladığına dair yapılan çalışma ise yok denecek kadar azdır. Yalnızca Cavas ve Kesercioglu (2010) 11 tane 6. sınıf öğrencisiyle yarı-yapılandırılmış görüşme yapmış ve öğrencilerin hücre ve doku kavramlarını ayıramadıkları, çok hücreli canlılardaki pek çok süreçle ilgili yeterince bilgi sahibi olmadıkları, canlı hücrelerindeki atom ve molekülleri açıklamada ve hücreden ayırt etmede zorlandıkları, hücresel yapılar ve görevlerini anlamada zorlandıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin bazı alternatif kavramaları olduğu da bulunmuştur.

Bu veriler ışığında ilköğretim öğrencilerinin hücre konusuyla ilk karşılaştıklarında nasıl bir zihinsel yapı oluşturduğunu detaylı olarak ortaya koyan bir çalışmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böylece ilerleyen yıllarda hücre konusuyla ilgili diğer kavramlar öğretilirken öğrencilerin hazırbulunuşlukları ve olası alternatif kavramalarının da farkında olunabilecek ve kavramsal anlama problemlerinin önüne geçmek üzere öğrenci merkezli öğretimsel ortamlar tasarlanabilecektir. Bu çalışmanın amacı açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal anlama testi, kelime ilişkilendirme testi ve çizim tekniği kullanılarak ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin 'hücre' ile ilgili kavramsal yapılarını incelemektir. Yöntem çeşitlemesi yolu ile ulaşılan sonuçların geçerliliği ve güvenilirliğinin de arttırılması hedeflenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Dolayısıyla bu araştırma sonuçlarının konuyla ilgili alanyazına oldukça nitelikli veriler kazandıracağı düşünülmektedir.

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada bir kavrama katılımcıların perspektifinden bakmayı, katılımcıların perspektifini keşfetmeyi ve detaylı bir şekilde verilerin toplandığı bir yöntem olan nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır (Kurt ve Ekici, 2013). Nitel araştırmanın amaçlarından biri olan verileri derinlik ve zenginlik içinde betimlenmesine paralel olarak bu çalışmada veriler ayrıntılı ve doğrudan sunulmuştur (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Katılımcılar

Bu çalışmaya, 2013- 2014 öğretim yılı güz döneminde Osmaniye ilindeki bir ortaokulun 6. sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 65 öğrenci katılmıştır. Örnekleme yöntemi olarak tipik durum örneklemesi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan tipik durum örneklemesinde evrende yer alan çok sayıdaki durumdan tipik olan bir durum seçilerek bu örnek üzerinden veri toplanır. Bu örneklemede sıra dışı olmayan ortalama, tipik bir durum belirlenir (Büyüköztürk ve ark., 2010). Bu çalışmaya Osmaniye il merkezindeki ortaokullardan, 6. sınıfların geneli hakkında önemli fikirler vereceğine inanılan, sıra dışı özellik göstermeyen ve bilgi açısından zengin bir okuldan seçilen 3 tane 6. sınıf dahil edilmiştir. Üç sınıfa da aynı öğretmen tarafından Hücre konusu öğretildikten sonra veri toplama araçları uygulanmıştır. Öğrencilerin yaş ortalaması 11.92 ve 29'u kız (%45), 36'sı (%55) erkektir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak; kavramsal anlama testi ve kelime ilişkilendirme testi kullanılmıştır.

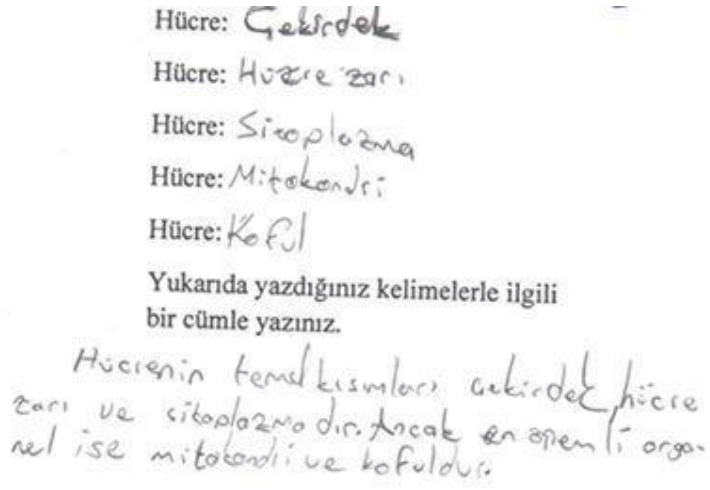
Kavramsal anlama testi. Bu test öğrencilerin hücre ile ilgili kavramsal anlamalarını ortaya çıkarmak amacıyla 6. sınıf hücre konusu kazanımları doğrultusunda hazırlanan, bir tanesi hücre çizimi olmak üzere toplam beş adet açık uçlu sorudan meydana gelmiştir. Test çalışmanın örneklemine uygulanmadan önce, 6. sınıf 23 kişilik bir gruba uygulanarak soruların anlaşılabilirlik düzeyi kontrol edilmiştir. Sorulardan 1, 3 ve 4. soru Yörek (2007)'in çalışmasından alınmıştır. 1. soru Yörek (2007)'de "Temel özelliklerini dikkate alarak canlı bir hücre şekli çiziniz" olarak verilirken bu çalışmada, ön uygulama verileri ışığında, anlaşılabilirliği artırmak üzere değiştirilmiştir. Benzer şekilde 4 ve 5. sorular da yeniden düzenlenerek teste son hali verilmiştir. Kavramsal anlama testinde yer alan sorular aşağıda belirtilmiştir:

1. Aşağıdaki boşluğa hücrenin temel kısımları ile yapı ve organellerini gösteren canlı bir hücre şekli çiziniz.
2. Yukarıda çizdiğim hücre;
   a) Hayvan hücresidir. Çünkü:
   b) Bitki hücresidir. Çünkü:
3. Hücre nedir? Bir cümle ile tanımlayınız.
4. Sizce hücredeki görevi düşünüldüğünde en önemli kısım(lar) veya organel(ler) hangisidir veya hangileridir? Nedenini açıklayınız.
5. Hücre konusu ile ilgili öğrendiğiniz en kullanışlı (günlük yaşamda kullanabileceğiniz) bilgi hangisidir? Açıklayınız.

Sorular cevaplandırılırken bir süre kısıtlamasına gidilmeyip öğrencilerin sorulara rahatça cevap vermeleri sağlanmıştır. Analiz işleminde çalışmanın örneklemini oluşturan 65 öğrencinin vermiş olduğu cevapların tamamı dikkate alınıp değerlendirilmiştir. Öğrenci çizimleri bilimsel olarak kabul görmüş kavramlar ile öğrencilerin alternatif kavramları arasındaki boşluğu belirlemek ve anlama seviyelerini göstermek için kullanışlı bir araçtır (Köse, 2008; Prokop ve Fancovicova, 2006; Reiss ve ark, 2002; Reiss ve Tunnicliffe, 2001; Tunnicliffe ve Reiss, 1999). 2. soru öğrencinin bitki ve hayvan hücresini ayırdedebilirliğini ölçmek üzere ve 5. soru da öğrencilerin hücre kavramını günlük yaşamla ilişkilendirip ilişkilendiremediklerini ortaya çıkarmak üzere teste araştırmacılarca eklenmiştir. Testin son hali araştırmacılar dışında bir fen eğitimi uzmanı tarafından da incelenerek içeriksel ve anlamsal olarak uygunluğu kontrol edilmiştir. Son olarak bu amaçla 6. sınıf öğrencileriyle de görüşülerek anlaşılabilirliği kontrol edilmiştir.

Kelime ilişkilendirme testi. Bu testin amacı; kişilerin bilişsel yapılarındaki kavramları veya bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirlemek ve bu ilişkilerin ne kadar yeterli olduğunu ortaya koymaktır (Atasoy, 2004; Bahar ve Kılıç, 2001; Bahar ve Özatlı, 2003; Kurt ve Ekici, 2013). Kullanılan bu teknikle uyarıcı kelimeler her seferinde tek bir tane olmak üzere öğrencilere sunulur. Uyarıcı bir kelimenin etkisiyle ve uyarıcı ile ilişkili olarak akla gelen bağımsız fikirlerin sıralanmasına dayanır (Bahar, Johnstone ve Sutcliffe, 1999; Sato ve James, 1999' den akt. Kurt ve Ekici 2013). 6. Sınıf öğrencileri ile yapılan bu çalışmada 'hücre' ile ilgili kelime ilişkilendirme testi uygulanmış ve öğrencilerden 'hücre' denilince akıllarına gelen ilk beş kelimeyi sıralamaları istenmiş; sonrasında kendilerinden yukarıda belirtikleri kelimeler ile ilgili bir cümle kurmaları beklenmiştir. Anahtar kavramın alt alta yazılma nedeni öğrencinin anahtar kavrama tekrar

dönmesini sağlamak ve kelime türetmeye, yazdığı kelimelerden devam etmesini engellemektir. İkinci aşamada yazdığı cümleler de incelenerek öğrencinin yazdığı kelimeleri nasıl anlamlandırdığı ortaya çıkarılmak istenmiştir. Şekil 1'de katılımcılardan birinin kelime ilişkilendirme testi cevap kağıdı örnek olarak sunulmuştur.


Hücre: Çekirdek
Hücre: Hücre zarı
Hücre: Sitoplazma
Hücre: Mitokondri
Hücre: Koful
Yukarıda yazdığınız kelimelerle ilgili bir cümle yazınız.
Hücrenin temel kısımları çekirdek hücre zarı ve sitoplazma dır. Ancak en önemli organel ise mitokondri ve koftur.

Şekil 1. Ö 44'e ait Kelime İlişkilendirme Testi Cevap Kağıdı

Kelime ilişkilendirme testinin uygulanması sırasında bazı çalışmalarda kelimelerin sıralanması ve cümlenin yazılması için 20'şer saniye süre verilmesine rağmen (Gussarsky ve Gorodetsky, 1990; Kurtve Ekici, 2013) bu çalışmada öğrencilerin bulunduğu gelişim dönemi dikkate alınarak bu süre her iki aşama için toplam 80 saniye olarak belirlenmiştir.

Verilerin Analizi

Öncelikle öğrencilerin kâğıtları 1'den 65'e kadar numaralandırılmıştır. Kelime ilişkilendirme testi ile 4 ve 5. sorular içerik analizi ile; hücre çizimlerini içeren 1. soru ile 2 ve 3. sorular da betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinde amaç belirlenen kategori ve kavramlar ile verileri toparlamak ve okuyucular için bu ham verileri anlamlı hale getirmektir. Bu amaç çerçevesinde tümevarımcı analizle kodlama yapılarak temalara ulaşılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Betimsel analizde ise amaç elde edilen verileri önceden belirlenen temalara göre özetleyip yorumlandıktan sonra elde edilen bilgileri okuyucunun anlayacağı şekilde düzenlemektir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Kelime ilişkilendirme testi, kelimelerin sayısı ve bu kelimeler arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurularak içerik analizi ile analiz edilmiştir (Atasoy, 2004). Anlamsal ilişki ölçütü kullanılarak kategorilendirilen kelimelerin frekansları hesaplanmıştır (Daskolia, Flogaitis ve Papageorgiou, 2006; Kostova ve Radoynovska, 2008; Kostova ve Radoynovska, 2010'dan akt. Kurt ve Ekici 2013). Hücre ile alakasız olan veya kullanılan diğer kelimelerle ilgisi olmayan kelimeler değerlendirmeye alınmamış, bunlardan sadece bulgular kısmında kısaca bahsedilmiştir. Kelimelerin sonuna öğrencilerin yazdığı cümleler de yine içerik analizine dahil edilmiş ve alternatif kavramalı olanlar belirlenmiştir. Bulgular bölümünde öğrenci numarası belirtilerek öğrencilerin ilginç açıklamalarından aynen alıntılar sunulmuştur.

1. sorudaki hücre çizimleri Köse (2008) ile Reiss ve Tunnicliffe (2001) tarafından hazırlanan kategoriler kullanılarak betimsel yolla analiz edilmiştir. Bu bağlamda çizimler beş kavramsal anlama seviyesine göre kategorilere ayrılmıştır. Bu seviyeler aşağıdaki gibidir:

Seviye 1: Çizimi Olmayanlar: Öğrencilerin soruyu 'bilmiyorum' diye cevaplamaları veya herhangi bir cevap yazmamaları.

Seviye 2: Temsili olmayan çizimler: Bir veya iki hücresel yapının gösterildiği ya da belirtildiği, isimlendirmenin yapılmadığı ve karartıların olduğu çizimler.

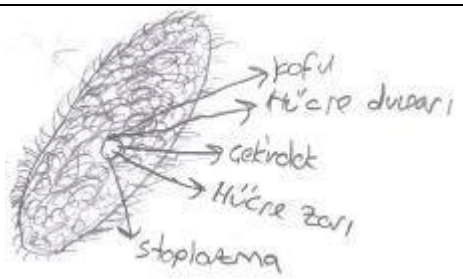
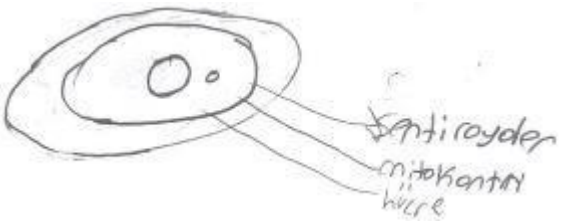
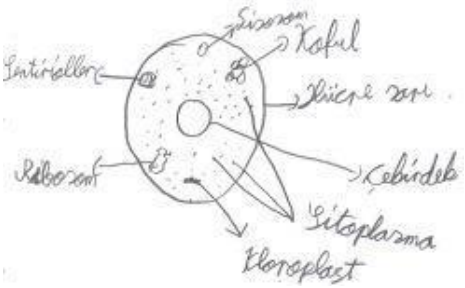
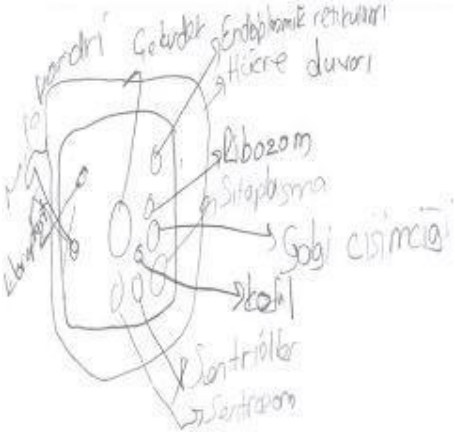
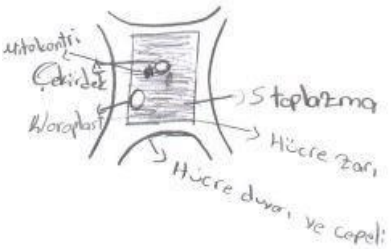
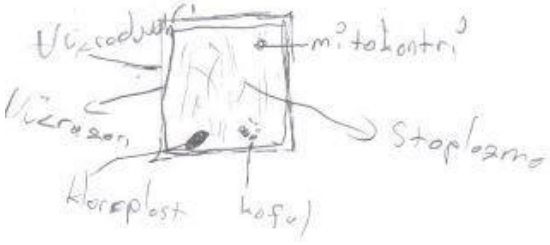
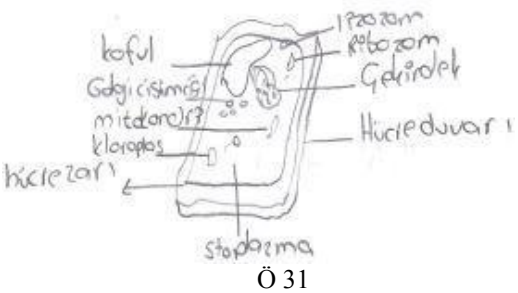
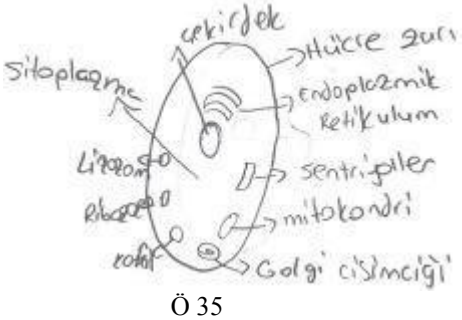
Seviye 3: Alternatif kavramaları içeren çizimler: Kısmen anlamanın sağlandığı ve içeresinde alternatif kavramaların bulunduğu çizimler.

Seviye 4: Kısmi çizimler: Kısmen anlama gösteren ve en az dört hücresel yapının eksik olduğu çizimler.

Seviye 5: Kavramsal temsili çizimler: Tam anlamanın mevcut olduğu, en gerçekçi ve doğruya yakın çizimler.

Tablo 1'de her seviyeye ait çizim örnekleri verilmiştir. Ayrıca bulgular bölümünde öğrenci numarası verilerek ilginç öğrenci çizimlerinden örnekler sunulmaktadır.

Tablo 1. Hücre kavramına ait çizim analizinde kullanılan kategorilere örnekler

Seviyeler	Çizim Örnekleri	
Seviye 1: Çizimi Olmayanlar	-	
Seviye 2: Temsili olmayan Çizimler		
	Ö24	Ö 33
Seviye 3: Alternatif Kavramları İçeren Çizimler		
	Ö 2	Ö 45
Seviye 4: Kısmi Çizimler		
	Ö8	Ö 9
Seviye 5: Kavramsal Temsili Çizimler		
	Ö 31	Ö 35

2 ve 3. soruların analizi içinse Abraham, Williamson ve Westbrook (1994) tarafından geliştirilen kategoriler kullanılmıştır. Bu kategorizasyon öğrenci cevaplarının sınıflandırılarak anlama düzeylerinin ve alternatif kavramalarının ortaya çıkarılmasında pek çok araştırmacı tarafından sıkça kullanılmaktadır (Ayas

ve Çalık, 2005; Nakiboğlu, 2003; Yalçınkaya ve ark., 2012). Bulgular bölümünde öğrenci numarası verilerek her kategori için örnek cevaplar da yazılmıştır. Kategoriler aşağıdaki gibidir:

Anlamama: İlişkisiz, mantıksız ve yanlış cevaplar, boş bırakma.
Alternatif Kavrama: Alternatif kavrama içeren cevaplar.
Alternatif Kavrama ile Kısmen Anlama: Kısmen anlama sağlanan ancak alternatif kavrama içeren cevaplar.
Kısmen Anlama: Doğru cevabın en az bir bileşenini içeren ancak eksik cevaplar.
Tam Anlama: Doğru cevabın tüm bileşenlerini içeren cevaplar.

4. sorunun analizinde öğrencinin belirttiği en önemli kısım veya organeller listelenerek öğrencinin bu yönde sunduğu gerekçeleri kodlanmıştır. 5. soruya verilen cevaplarsa içerik analiziyle incelenmiş, kodlar belirlenerek temalara ulaşılmıştır. Ana hatlarıyla ortaya çıkan bulgular yorumlanmış ve raporlaştırılmıştır.

Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak içinse araştırmacılar öğrenci cevaplarını birbirlerinden bağımsız olarak inceleyip kodlamış ve bir araya gelerek analizlerini kıyaslamışlardır. Farklılık gösteren kodlamalar üzerinde tartışılarak uzlaşma sağlanmış ve ortak kodlar ve temalar belirlenmiştir. Daha sonra ham verilerin %20'si, nitel araştırma konusunda deneyimli bir fen eğitimci tarafından ayrıca kodlanmış ve araştırmacılarca belirlenen kodlarla kıyaslanmıştır. Kodlamaların tutarlılığı "Görüş birliği" ya da "Görüş ayrılığı" şeklinde işaretlemeler yapılarak belirlenmiştir. Öğrencilerin ifadeleri için aynı kodun kullanıldığı durumlar görüş birliği, farklı kodun kullanıldığı durumlar ise görüş ayrılığı olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde yapılan veri analizinin güvenirliği; [Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı) x 100] formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasındaki ortalama güvenirlik % 91 olarak bulunmuştur. Ayrıca yöntem çeşitlemesi yolu ile de ulaşılan sonuçların geçerliliği ve güvenirlirliği arttırılmak istenmiştir. Kelime ilişkilendirme testi, çizimler ve açık uçlu sorular vasıtasıyla elde edilen veriler birbirini destekleme amacıyla kullanılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde öncelikle kelime ilişkilendirme testinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Daha sonra Kavramsal Anlama Testi'ndeki her sorunun analizinden elde edilen bulgular ayrı ayrı sunulmuştur.

Kelime İlişkilendirme Testinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin kelime ilişkilendirme testine yazdığı kelimeler ve cümleler içerik olarak analiz edilmiş, anlamsız ve ilişkisiz cevaplar dışarıda bırakılarak elde edilen sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2'den de anlaşılacağı gibi kelime ilişkilendirme testi verileri 38 kod ve 5 tema altında toplanmıştır. Öğrencilerin hücre ile ilgili yazdığı kelimelerin önemli bir kısmı *hücrenin tanımlanması* ve *hücrenin yapı* ve *organelleri* temaları altında toplanmıştır. Hem hücrenin tanımlanması teması altındaki hem de diğer temalardaki kodların sıklığına bakıldığında katılımcılar en fazla 'canlı' (f: 31) kelimesini vurgulamışlardır. Öğrenci cevaplarına bakıldığında bu tema altındakilerin, hücrenin canlılarda bulunduğunun ve canlı olduğunun farkında oldukları gözlenmiştir. Buna ilişkin bazı öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:

Ö 22: Canlı birimi.
Ö 23: Canlılar.
Ö 26: Canlılar.
Ö 27: Canlı bir varlık.
Ö 31: Canlı parçası.
Ö 35: Hücre canlı bir varlıktır.
Ö 40: Canlıdır.

Ayrıca ders kitaplarında hücreyi tanımlamak için kullanılan 'canlının canlılık özelliği gösteren en küçük yapı birimi' ifadesinin de *hücrenin tanımlanması* teması altındaki 'en küçük yapı birimi' kodunun öğrencilerce sıklıkla kullanılmasında etkili olduğu (f:18) ve bu sayede hücreyi ilk çağrıştıran ifadeler arasında yer aldığı düşünülebilir. Diğer taraftan 'en küçük yapı birimi' ifadesini kullanan bazı öğrencilerin hücrenin canlılarda bulunduğunun farkında olmalarına rağmen kendisinin de canlılık özelliği gösterdiğini göz ardı ettiği saptanmıştır. Bazı öğrenci cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö 4: İnsanın vücudundaki en küçük yapı birimi.
Ö 45: En küçük yapı birimi.
Ö 49: İnsanın en küçük yapı birimi.
Ö 53: Canlıları oluşturan en küçük yapı birimi
Ö 55: Canlının en küçük birimi.

Tablo 2. Kelime ilişkilendirme testi sonuçlarına göre temaların sıklık dağılımı

Temalar	**Kodlar**	**Frekans**	**Toplam Frekans**	**Temalararası yüzde (%)**
Hücrenin tanımlanması	Canlı	31	86	33.0
	En küçük yapı birimi	18		
	Küçük	8		
	Yaşamsal	8		
	Mikroskopta görünen	6		
	Atom	4		
	Fen konusu	4		
	Hastalık	2		
	Doku	2		
	Milyonlarca	1		
	Fabrika	1		
	Bilgisayar	1		
Hücrenin yapı ve organelleri	Çekirdek	16	78	29.9
	Organel	11		
	Mitokondri	10		
	Koful	9		
	Sitoplazma	8		
	Kloroplast	7		
	Temel Kısım	5		
	Hücre Zarı	4		
	Hücre Duvarı	3		
	Sentriyol	2		
	Lizozom	1		
	Ribozom	1		
	Golgi	1		
Hücreye örnek verme	Hayvan hücresi	20	54	20.7
	Bitki hücresi	21		
	Kan hücresi	4		
	Soğan zarı hücresi	3		
	Maya	3		
	Kemik hücresi	1		
	Kas hücresi	1		
	Bakteri	1		
Hücrenin bulunduğu canlıyı belirtme	İnsanlarda	15	30	11.5
	Hayvanlarda	8		
	Bitkilerde	7		
Hücrenin şekli	Yuvarlak	7	13	4.9
	Köşeli	6		
TOPLAM	38 kelime		261	100

Ek olarak, bu tema altında yer alan 2 öğrencinin hücreyi tanımlamada 'fabrika', 'bilgisayar' gibi metaforlar kullandığı görülmüştür. Hücrenin tanımlanması temasıyla ilişkilendirilen diğer ifadeler ise 'küçük', 'yaşamsal', 'mikroskopta görünen', 'atom', 'fen konusu', 'hastalık', 'doku' ve 'milyonlarca'dır.

Hücrenin yapı ve organelleri kapsamında en sık ifade edilen yapı 'çekirdek'tir (f:16). Ayrıca mitokondrinin de diğer organellere göre fazlaca hatırlandığı söylenebilir (f: 10). Belirtilen diğer yapı ve

organeller sıklık sırasına göre koful, sitoplazma, kloroplast, hücre zarı, dücre duvarı ve sentriyol olmuştur. Lizozom, ribozom ve golgiyi ise yalnızca 1'er öğrenci yazmıştır.

Öğrenciler, analize alınan cevapların % 20.7'sinde hücreye örnek vermiş ve h*ücreye örnek verme* teması oluşturulmuştur. Bu temayla en sık ilişkilendirilen ifadeler 'bitki hücresi' (f:21) ve 'hayvan hücresi' (f:20) olurken, gözlenen diğer 'kan hücresi', 'soğan zarı hücresi', 'maya', 'kemik hücresi', 'kas hücresi', 'bakteri' kavramları, öğrencilerin hücreyi farklı dokularla da ilişkilendirebildiğini göstermektedir.

Hücrenin bulunduğu canlıyı belirtme teması içinde öğrencilerin sıklıkla hücreyi 'insanlarla' (f:15) ilişkilendirdiği görülmüştür. Bu kavramla ilgili bazı öğrenci cevapları şöyledir:

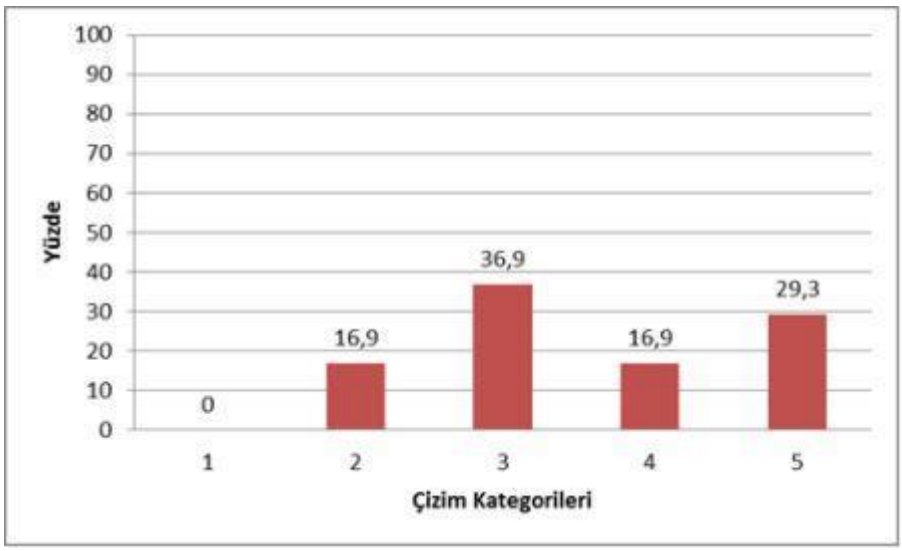
Ö 1 : İnsan
Ö 15: İnsanın içinde bulunan şey.
Ö 51: İnsanlarda hücre var.
Ö 52: Hayvanlarda ve insanlarda sayısız hücre bulunur.

Bu temadaki diğer kavramlar ise 'hayvanlarda' ve 'bitkilerde' olarak saptanmıştır.

Kelime ilişkilendirme testi ile ortaya çıkan son tema ise *hücrenin şekli* olmuştur. Bu temayla ilişkilendirilen 'yuvarlak' ve 'köşeli' kavramları ise benzer oranlarda gözlenmiştir.

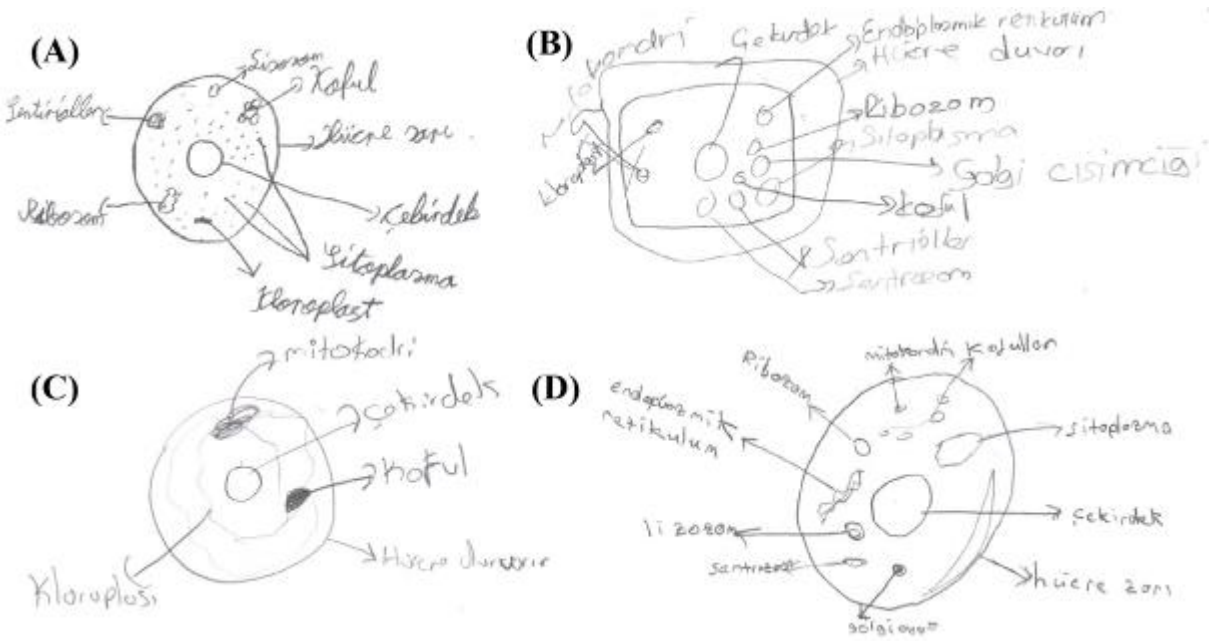
Kavramsal Anlama Testinden Elde Edilen Bulgular

1. soru: Hücre çizimleri. 1. soruda öğrencilerden temel yapı ve organellerini gösteren canlı bir hücre şekli çizmeleri istenmiştir. Çizimler 5 seviyeye göre kategorize edilmiştir. Bu seviyeler *çizimi olmayanlar* (1), *temsili olmayan çizimler* (2), *alternatif kavramaları içeren çizimler* (3), *kısmi çizimler* (4) ve *kavramsal temsili çizimlerdir* (5). Öğrenci çizimlerinin seviyelere göre dağılım grafiği Şekil 2'de verilmiştir.



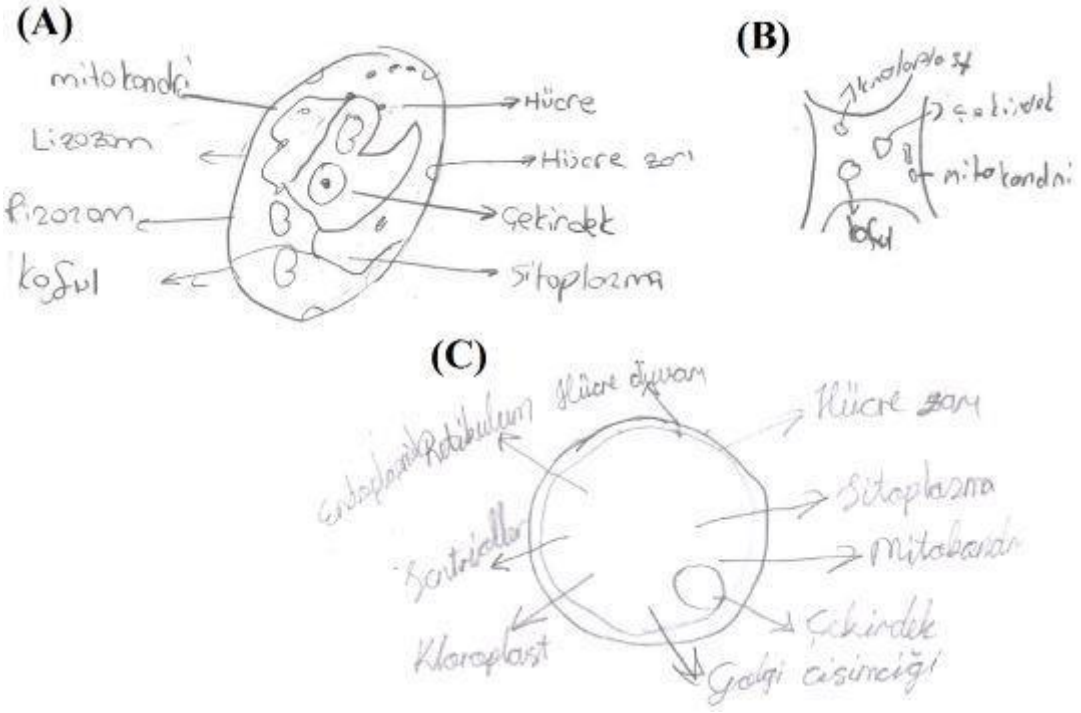
Şekil 2. Öğrenci çizimlerinin seviyelere göre dağılım grafiği

Şekil 2'den de anlaşılacağı gibi öğrencilerin tamamı hücre şekli çizmeye çalışmış ve bu çizimler içinde %36.9' luk bir oranla *alternatif kavramalı çizimlerin* diğer kategorilere baskın olduğu gözlenmiştir (f:24). Alternatif kavramalı çizimlere bakıldığında bunların çoğunda bitki ve hayvan hücrelerine özgü organel veya yapıların aynı hücre içerisine yerleştirildikleri görülmektedir. Alternatif kavramalı çizimlere örnekler Şekil 3 ve 4'te sunulmuştur. Örneğin 3 öğrenci hayvan hücresinde kloroplast çizerken (Şekil 3-A), 5 öğrenci bitki hücresinde sentriol çizmiştir (Şekil 3-B). 5 öğrencinin hücre zarı ve hücre duvarını karıştırdığı ve hücre zarını hücre duvarı olarak isimlendirdiği görülmüştür (Şekil 3-C). Ayrıca 3 öğrenci stoplazmayı ayrı bir organel olarak göstermiştir (Şekil 3-B ve 3-D).



Şekil 3. Alternatif kavramalı çizimlere örnekler -1

4 öğrencininse organelleri çizemediği, yalnızca okla göstererek isimlerini yazdığı gözlenmiştir (Şekil 4-A ve 4-C). 2 öğrenci bitki hücresinde yalnızca hücre duvarını göstermiş ancak hücre zarı çizmemiştir (Şekil 4-B). 2 öğrenci de hayvan hücresine hücre duvarı çizmiştir (Şekil 4-C).



Şekil 4. Alternatif kavramalı çizimlere örnekler -2

Alternatif kavramalı çizimleri, % 29,3 ile *kavramsal temsili çizimler* izlemiştir (f:19). Bu tip çizimlerle ilgili örnekler Tablo 1'de sunulmuştur. *Temsili olmayan çizimler* (f:11) ile *kısmi çizimlerin* (f:11) sıklıkları aynıdır. Tüm katılımcılar göz önüne alındığında genel olarak hücre çizimleri, bu çalışmaya katılan 6. sınıf öğrencilerinin hücrenin yapısı ve organelleriyle ilgili yetersiz kavramaya sahip olduğunu göstermiştir.

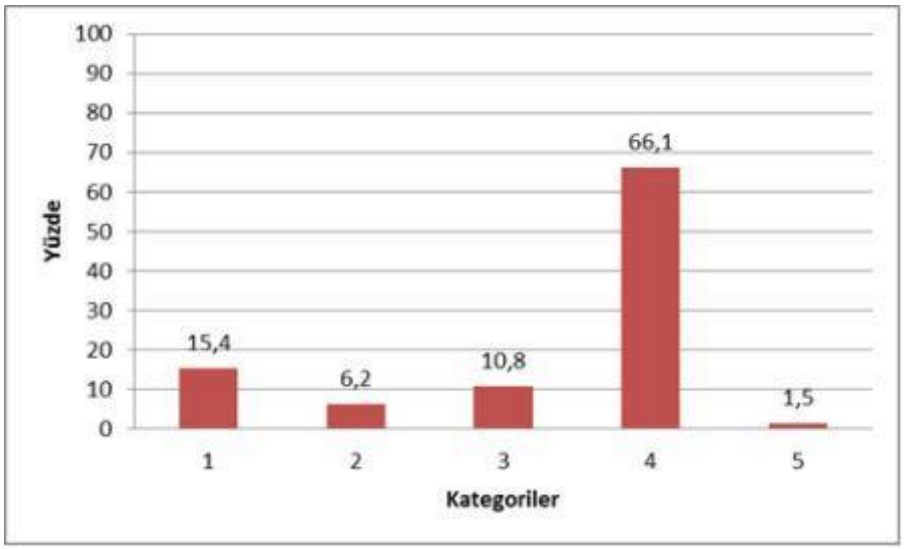
Öğrencilerin çizimlerindeki hücresel yapı ve organellerin gözlenme sıklığı Tablo 3'de verilmiştir:

Tablo 3. Hücre çizimlerindeki temel yapı ve organellerin sıklık dağılımı

Temel yapı ve organeller	Frekans	Yüzde (%)
Çekirdek	55	84.6
Koful	52	80
Mitokondri	50	76.9
Sitoplazma	45	69.2
Hücre zarı	43	66.1
Ribozom	31	47.7
Golgi	31	47.7
Lizozom	31	47.7
Sentrozom	31	47.7
Hücre duvarı	27	41.5
Endoplazmik retikulum	24	36.9
Kloroplast	23	35.4

Tablo 3'e göre öğrenci çizimlerinde en sık rastlanan temel hücresel yapı *çekirdek*, organeller ise *koful* ve *mitokondridir*. Ribozom, golgi, lizozom ve sentrozomun da aynı sıklıkla çizimlerde gösterildiği görülmüştür. Bu bulgular kelime ilişkilendirme testi sonuçlarını desteklemektedir.

2. soru: Çizilen şeklin hangi hücre olduğunu belirtme. Bu soruda öğrencilerden 1. soruda çizdikleri hücrenin bitki hücresi mi hayvan hücresi mi olduğunu gerekçesiyle belirtmeleri istenmiş ve bitki hücresi ile hayvan hücresi arasındaki farkları kavrama düzeyleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ders kitabında bitki ve hayvan hücresi arasındaki farklar şu şekilde verilmektedir: Sentriyoller hayvan hücresinde çiftler halinde bulunurken bitki hücresinde bulunmaz. Kloroplast yalnızca bitki hücresinde bulunur. Koful hayvan hücresinde çok sayıda ve küçük, bitki hücresinde az sayıda ve büyüktür. Hücre duvarı yalnızca bitki hücresinde bulunur. Hayvan hücresi genellikle yuvarlak iken bitki hücresi köşelidir (MEB, 2012). Öğrenci cevapları betimsel analizle 5 kategoride incelenmiştir: *Anlamama* (1), *alternatif kavrama* (2), *alternatif kavrama ile kısmen anlama* (3), *kısmen anlama* (4), *tam anlama* (5). Öğrenci cevaplarının kategorilere göre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Çizilen şeklin hangi hücreye ait olduğunu belirtmeye yönelik soruya verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Şekil 5'ten anlaşıldığı gibi öğrencilerin büyük çoğunluğu (f: 43), bitki ve hayvan hücresini ayırmada *kısmen anlama* göstermiştir. Çizdikleri hücrenin ayırt edici özelliklerini yazarken bir veya birkaç özelliğini yazmamışlardır. Bu kategoriye alınan öğrenci cevaplarından bazıları aşağıdaki gibidir:

Ö1: Hayvan hücresidir çünkü yuvarlaktır, kloroplast yoktur, hücre duvarı yoktur, sentrioller vardır.
Ö9: Bitki hücresidir çünkü köşeli bir hücredir.
Ö11: Bitki hücresidir çünkü köşelidir ve kloroplast içerir.
Ö15: Hayvan hücresidir çünkü yuvarlaktır.

Ö16: Bitki hücresidir çünkü köşelidir.
Ö18: Hayvan hücresidir çünkü yuvarlak olduğu için.
Ö21: Hayvan hücresidir çünkü sentriyoller bulunur ve hücre duvarı yoktur.
Ö32: Hayvan hücresidir çünkü sentrioller vardır, kofulları fazla ve küçük. Hücre duvarı yoktur.
Ö40: Hayvan hücresidir çünkü sentrioller vardır, hücre duvarı yoktur, kloroplast yoktur.
Ö41: Hayvan hücresidir çünkü kofulları küçük ve fazla, kloroplast bulunmaz.
Ö46: Bitki hücresidir çünkü bitki hücresinde hücre duvarı var, kloroplast var, şekli köşelidir.

Katılımcılardan ilişkisiz, mantıksız ve yanlış cevap verenler veya hiç cevap yazmayanlar *anlamama* kategorisinde değerlendirilmiştir (f: 10). Bu kategorideki öğrencilerin hücre çizimleri de *temsili olmayan çizimler* kategorisindedir ve bu konuyu kavrayamadıklarını desteklemektedir. Bu seviyedeki öğrencilerden bazılarının cevapları aşağıda sunulmuştur:

Ö3: Bitki hücresidir çünkü bitkinin dişi organının içindeki yuvarlak şeylere benziyor.
Ö4: Hayvan hücresidir çünkü bir tek hayvan hücresinde bulunur.
Ö7: Hayvan hücresi değil çünkü ona benzemez. Bitki hücresidir çünkü bitkinin kısımlarıdır.
Ö24: Bitki hücresidir çünkü insan vücudunda yüzden çok hücre bulunur. Hücre canlının en küçük birimidir.
Ö50: Hayvan hücresidir çünkü içindeki organellerin önemli olduğunu düşündüm.

Alternatif kavrama ile kısmen anlama kategorisindeki öğrenciler doğru kabul edilebilecek cevaplar vermekle birlikte alternatif kavramaya da sahiptirler (f: 7). Bu kategorideki öğrenci cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö2: Hayvan hücresidir çünkü koful birkaç tane, tek hücre zarı var ve yuvarlak.
Ö8: Bitki hücresidir çünkü şekli kare şekli gibidir. Kloroplast 1 tanedir. 2 tane duvarı vardır.
Ö28: Hayvan hücresidir çünkü sentriyoller, hücre duvarı yok, kofulları küçük.
Ö35: Hayvan hücresidir çünkü yuvarlak, sentriyoller ve hücre duvarı olmadığı için bu bir hayvan hücresidir.
Ö36: Bitki hücresidir çünkü hücre duvarı, rizozom, sitoplazma ve kofullar büyük olduğu için.
Ö42: Hayvan hücresidir çünkü bitki daha az süre yaşar ama hayvan daha çok süre yaşar ve de bitki hücresi fotosentez yapıyor.
Ö47: Hayvan hücresidir çünkü oval organeller vardır.

Cevaplara bakıldığında öğrencilerden birinin bitki hücresinin birden fazla hücre zarı olabileceğini düşündüğü görülmektedir (Ö2). Bir başka öğrenci de bitki hücresinin 2 tane duvarı olduğunu ifade etmiştir. Buradan bazı öğrencilerin hücre zarı ve hücre duvarının farkını ayırdedemediği söylenebilir. Öğrencilerden biri de bitkinin hayvandan daha uzun süre yaşadığı fikrine sahiptir (Ö42). Bir öğrenci ise hücrenin değil organellerin ovalliğine bakarak bitki ve hayvan hücresini ayırdetmeye çalışmıştır (Ö47).

Alternatif kavrama kategorisindeki öğrencilerin cevapları ise doğru ifadeler içermemekte, yalnızca alternatif kavramalar içermektedir (f:4). Bu kategorideki öğrenci cevapları şu şekildedir:

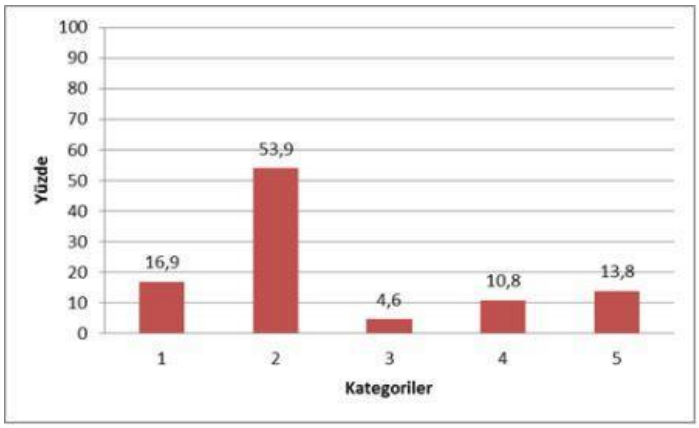
Ö12: Hayvan hücresidir çünkü mitokondri, koful, hücre duvarı, kloroplast olduğunda hayvan hücresidir.
Ö13: Hayvan hücresidir çünkü kloroplast var.
Ö59: Hayvan hücresidir çünkü hayvan hücresi daire şeklindedir. Eğer hayvan hücresinde koful olsaydı bu bitki hücresi olurdu. Ama koful olmadığına göre hayvan hücresidir.
Ö63: Hayvan hücresidir çünkü daire biçiminde olduğu için hayvan hücresi. Hayvan hücresinde çekirdek olmazsa çalışmaz.

Bu cevaplardan anlaşıldığına göre bu öğrenciler bitki ve hayvan hücresi arasındaki farkları kavrayamamış, bitki ve hayvan hücresinde bulunan organelleri birbirine karıştırmıştır.

Tam anlama kategorisinde yalnızca 1 öğrenci bulunmaktadır. Bitki ve hayvan hücresi arasındaki farkları tam olarak şu ifade etmiştir: "*Bitki hücresidir çünkü köşeli bir yapıya sahiptir. Hücre duvarı, sentriyol olmaması ve koful büyüklüğü ve kloroplast olması hayvan hücresinden farklılıklarıdır.*"

3. soru: Hücrenin tanımlanması. Bu soru ile öğrencilerden hücreyi bir cümle ile tanımlamaları istenmiştir. 6. sınıf ders kitabında hücre "canlının canlılık özelliği gösteren en küçük yapı birimi" olarak tanımlanmıştır (MEB, 2012, s 17). Bu soruya verilen cevaplar da yine 2. soruda kullanılan şu kategoriler

vasıtasıyla analiz edilmiştir: *Anlamama* (1), *alternatif kavrama* (2), *alternatif kavrama ile kısmen anlama* (3), *kısmen anlama* (4), *tam anlama* (5). Öğrenci cevaplarının kategorilere göre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 6. Hücrenin tanımlanmasına yönelik soruya verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Şekil 6'da görüldüğü gibi katılımcıların yarıdan fazlasının (f: 35) cevapları *alternatif kavrama* kategorisindedir. *Alternatif kavrama ile kısmen anlama* kategorisi (f:3) ile birlikte düşünüldüğünde ise tanımların %58.5'inin alternatif kavrama içerdiği söylenebilir. *Alternatif kavrama* kategorisindeki bazı öğrenciler hücreyi tanımlarken yalnızca insan vücudunu göz önüne almış (örn Ö4 ve Ö26), bazılarının ise hücrenin yalnızca canlılarda bulunduğunu farketmediği gözlenmiştir (örn Ö10, Ö18 ve Ö19). Bu kategorideki tanımların çoğunluğunda ise hücrenin kendisinin de canlı olduğu belirtilmemiştir (Örn Ö20, Ö23 ve Ö33). Alternatif kavrama kategorisine alınan öğrenci cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö4: İnsan vücudundaki en küçük yapı birimine hücre denir.
Ö26: İnsanın en küçük yapı birimidir.
Ö10: Maddenin en küçük yapı taşına hücre denir.
Ö18: Atomlardan oluşmuş en küçük yapı birimi.
Ö19: Hücre maddenin en temel kısmıdır ve en küçük yapı birimidir.
Ö20: Hücre canlının en küçük yapı birimidir.
Ö23: Hayvanlarda ve bitkilerde olan en küçük yapı birimine denir ve bütün varlık ve bitkilerde, eşyalarda olur.
Ö33: Canlının en küçük yapısı.

Alternatif kavrama ile kısmen anlama kategorisindeki cevaplarda doğru kabul edilebilecek ifadelerle birlikte alternatif kavramalar da bulunmaktadır. Bu kategorideki öğrencilerden biri (Ö51) hücreyi şöyle tanımlamıştır: "*Canlıların en küçük yapısı, görevi dokuları oluştururlar*". Bir başka öğrencinin tanımı ise şu şekildedir: "*Mikroskop yardımı ile ve canlıların en küçük yapı birimi*" (Ö51). Bu tanımda anlam bozukluğu olduğu da görülmektedir.

Anlamama kategorisindeki cevaplar (f:11) yanlış, ilişkisiz ve mantıksız ifadeler içermektedir. Bu kategorideki öğrencilerin bazılarının hücre çizimleri de *temsili olmayan çizimler* kategorisindedir ve hücreyi kavrayamadıklarını desteklemektedir. Bu öğrencilerin bazılarının cevapları aşağıda sunulmuştur:

Ö7: Hücre bize yardımcı olduğu için.
Ö13: Bir yönetici var, herşeyi görebilir.
Ö15: İnsan yaralandığında o yarayı kısa sürede iyileştirir ve konuşmmızı sağlar.
Ö30: Dokuları olduğu için bizim ve başkaları açısından önemlidir.

Kısmen anlama kategorisinde doğru fakat eksik tanımlar yer almaktadır (f:7). Örneğin bir öğrenci (Ö2) "*insan dokusunu oluşturur*" ifadesini kullanırken başka bir öğrenci "*Örnek, bitki hücresidir. Bitkide olan hücredir ve mikroskopla gösterilebilir*" diye tanımlamıştır (Ö8). Bir diğer tanım ise "H*ücre canlı olan her varlıkta vardır ve kendi de bir canlıdır*." (Ö9). Bir öğrenci de hücreyi canlılıkla özdeşleştirmiş ve şu ifadeyi kullanmıştır: "H*ücre canlı varlıkların içinde bulunur, cansız varlıkların içinde bulunmaz".*

Tam anlama kategorisinde az sayıda öğrenci bulunması, katılımcıların büyük çoğunluğunun hücreyi tanımlayacak düzeyde yeterince anlayamadığını gösterir (f:9). Tam olarak doğru kabul edilen bu tanımlardan bazıları şu şekildedir:

Ö25: Canlının en küçük canlı bir yapı birimidir.
Ö28: Hücre canlının en küçük yapısı ve canlı.
Ö31: Hücre bir canlının en küçük canlı parçasıdır. Hücre duvarı, hücre zarı ve sitoplazma, çekirdek temel kısımlarıdır. Çeşitli organelleri vardır.
Ö35: Canlının en küçük canlı bir yapı birimidir.

4. soru: En önemli kısım ve organeller. Bu soruda öğrencilerden en önemli kısım(lar) veya organel(ler)i yazmaları ve nedenini açıklamaları istenmiştir. Verilen cevaplar içerik analizi ile analiz edilmiş, öğrencilerce önemli görülen organel ve temel kısımlar listelenmiş, belirttikleri gerekçelerse kodlanmıştır. Tablo 4'te bu soru için verilen cevaplarda belirtilen en önemli kısım ve organeller ile nedeninin frekans dağılımı verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerce belirtilen, hücredeki en önemli kısım veya organellerin sıklık dağılımı

Temel kısım veya organeller	Neden	Frekans	Toplam frekans
Anlamama (Anlamsız, ilişkisiz cevaplar, boş bırakma)	Hücrenin yapısı	1	6
	Kanın içinde dolaşabilmesi, organları oluşturması	1	
	Soğuktan koruma	1	
	İnsanlara yardımcı olma	1	
	Cevap yok	2	
Çekirdek	Neden belirtilmemiş	3	44
	Hücreyi yönetme	32	
	Düzen sağlama	1	
	Kalıtsal özellikler bulundurma	1	
	Hayatta tutma	4	
	Enerji sağlama	1	
	En temel kısım	2	
Hücre zarı	Neden belirtilmemiş	5	27
	Koruma	3	
	Seçici geçirgenlik özelliği	14	
	Hücrenin dağılmamasını sağlama	1	
	Yaşamasını sağlama	3	
	Şekil verme	1	
Mitokondri	Neden belirtilmemiş	2	17
	Enerji üretme	14	
	Yaşamasını sağlama	1	
Sitoplazma	Neden belirtilmemiş	7	15
	Hücre içi hareketi gerçekleştirme	1	
	Yaşamasını sağlama/yaşamsal olaylar	6	
	Organelleri barındırma	1	
Koful	Neden belirtilmemiş	1	7
	Zararlı/atık maddeleri depolama	3	
	Atık maddeleri dışarı atma	1	
	Atık maddeleri içeri almama	1	
Hücre duvarı	Anlaşılamayan cevap	1	6
	Zararlı maddeleri içeri almama	2	
	Şekillendirme	2	
	Koruma	1	
Sentrioller	Neden belirtilmemiş	1	3
	Yaşamasını sağlama	1	
	Hücre bölünmesi	1	
Hücrenin kendisi	İnsan, hayvan, bitkinin kısımlarını oluşturma	1	2
	İnsanların yaşaması için	1	
Kloroplast	Neden belirtilmemiş	1	2
	Besin üretme	1	
Organeller	Neden belirtilmemiş	1	2
	Oksijen almamızı sağlar	1	
Hepsi	Anlamlı neden belirtilmemiş	2	2
Ribozom	Protein sentezi	1	1
Endoplazmik retikulum	Dolaşımı kontrol etme	1	1
Golgi	Salgı sağlama	1	1

Tablo 4'te görüldüğü gibi öğrencilerin belirttiği, hücredeki en önemli kısım ve organeller çoğunlukla çekirdek, hücre zarı, mitokondri ve sitoplazmadır. 6. sınıf öğrencileri genellikle çekirdeği *hücreyi yönetme* görevinden, hücre zarını *seçici geçirgenlik özelliğinden*, mitokondriyi *enerji üretmesinden* ve sitoplazmayı *yaşamsal olayların gerçekleştiği kısım* oluşundan dolayı önemli bulmuşlardır. Öğrencilerden birinin çekirdeğin yöneticilik özelliğini şu şekilde ifade etmesi ise ilginçtir: *Çekirdek olmasa organeller sitoplazmada rastgele gezer* (Ö55). Ayrıca bir öğrenci de çekirdeğin hücreye enerji sağladığını düşünmektedir (Ö48). Katılımcılarca belirtilen diğer en önemli kısım veya organeller koful, hücre duvarı, sentrioller, kloroplast, ribozom, endoplazmik retikulum ve golgidir. Kofulu en önemli organel olarak gören 2 öğrencinin alternatif kavrama içeren gerekçeleri ise *atık maddeleri dışarı atması* ve *atık maddeleri içeri almaması*dır. Benzer şekilde hücre duvarını en önemli kısımlar arasında gösteren öğrencilerden ikisinin hücre duvarı ile ilgili alternatif kavramaya sahip olduğu belirlenmiştir çünkü gerekçe olarak "*zararlı maddeleri içeri göndermemesi*" ifadesini kullanmışlardır. Bunların dışında 2 öğrenci bu soruya "*hücrenin kendisidir"* cevabını vermiş ve gerekçe olarak da "*hücre olmasa insan, hayvan, bitkinin kısımları olmaz"* (Ö14) ve "*hücre olmasaydı insanlar yaşayamazdı"* (Ö15) demişlerdir. Alternatif kavramaya sahip olduğu belirlenen öğrencilerden biri ise organellerin *oksijen almamızı sağladığını* düşündüğü gözlenmiştir (Ö30). 6 öğrencinin cevapları anlamsız, ilişkisiz veya boş olduğundan *anlamama* kategorisine alınmıştır. Bu öğrencilerden biri (Ö3) soruyu "*hücrenin yapısıdır*." diye cevaplarken bir başkası (Ö4) "*En önemli kısımları bence kanın içinde dolaşabilmesi ve hücrenin organları oluşturabilmesidir*." şeklinde cevaplamıştır. Bu kategorideki Ö5'in cevabı ise şu şekildedir: "*Isınmak için kullanırız ve bizi soğuktan korur.*" Katılımcıların önemli bir kısmı ise yazdığı kısım ve organelin neden önemli bulduğunu belirtmemiştir (f:22).

5. soru: Hücre konusu ile ilgili öğrenilen en kullanışlı bilgi. Bu soru 6. sınıf öğrencilerinin hücre kavramını günlük yaşamla nasıl ilişkilendirdiklerini ortaya çıkarmayı amaçlar. İçerik analizi ile elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin hücre konusunda öğrendikleri en kullanışlı bilgi ile ilgili görüşleri

Tema	Kodlar	Frekans	Toplam Frekans
Bilginin sağladığı farkındalık	Kısım veya organel bilgisi	9	25
	Hücrenin canlılarda bulunduğunu bilme	9	
	En küçük yapı birimi	5	
	Hücrenin canlı olduğunu bilme	2	
Sağlık	Yaşamsal/ hayatta kalma	8	22
	Zararlı ve faydalı mikropları ayırabilme	7	
	Hastalık oluşumunu anlayabilme	4	
	Temizlik/ hijyen	3	
Gelecek için gerekli bulma	Sorulduğunda/sınavlarda cevap verebilme	11	18
	Meslek (doktor, hemşire, bilim insanı, öğretmen)	7	
Besinlerde bulunma	Yiyeceklerde bulunma	5	10
	Yoğurdun mayalanması	4	
	İçeceklerde bulunma	1	
Anlamama	İlişkisiz, anlamsız cevaplar	6	8
	Cevap yok	2	

Tablo 5'e göre *bilginin sağladığı farkındalık* en fazla gözlenen temadır. Bilginin sağladığı farkındalık teması altında ise en fazla "kısım ve organel bilgisi" ile "hücrenin canlılarda bulunduğunu bilme" kodları ortaya çıkmaktadır. Kısım veya organel bilgisi olarak kodlanan öğrenci cevaplarında bazı hücre organelleri

ve temel kısımları hakkında bilgi verilmekte ve bunun önemi vurgulanmaktadır. Örneğin Ö14 bu soruyu şöyle cevaplamıştır: "*Çekirdeği kullanırız çünkü hayvan, bitki vb kontrol ediyor yani yönetiyor."* Bu cevapta aynı zamanda öğrencinin hücre çekirdeğinin bulunduğu canlıyı yönettiği gibi bir alternatif kavramaya sahip olduğu da ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde kodlanan Ö22'nin cevabı: "*Bence hücre konusu ile en kullanışlı bilgi hücre zarıdır. Hücrede nasıl hücre zarı kötü şeyi alırsa hücre ölür, aynen insanlarda da öyledir bence*." olurken Ö32'ninki "*Mitokondrinin bize enerji vermesi*" şeklindedir. "Hücrenin canlılarda bulunduğunu bilme" kodu ile sınıflandırılan öğrenci cevaplarında ise hücrenin canlılık özelliği sağladığının farkına varılmasının önemi vurgulanmaktadır. Bu koda dahil edilen Ö49'un cevabı "*bir canlıya baktığımızda o canlının hangi hücreyi taşıdığını bilmemizi sağlıyor."* iken Ö54'ün cevabı *"canlıları oluşturan olduğu."* 'dur. Ö57 ise "*hücrelerin bütün canlılarda olduğunu anladım*." cevabını vermiştir. Bilginin sağladığı farkındalık teması altına alınan diğer kodlar ise "en küçük yapı birimi" ve "hücrenin canlı olduğunu bilme" dir.

Bilginin sağladığı farkındalıktan sonra en fazla gözlenen tema *sağlık* olmuştur. Bu tema altında tanımlanan kodlardan en fazla gözlenen ise "yaşamsal/hayatta kalma" dır. Bu koda dahil edilen öğrenciler hücrenin hayatta kalmak için gerekli ve önemli olduğunu vurgulamışlardır. Örneğin Ö18'in cevabı "*bizim ve hayvanların yaşaması için hücreye ihtiyaçları vardır*" iken Ö25'inki "*hücremiz olmasaydı biz de olmazdık*" olmuştur. Sağlık teması altında gözlenen diğer önemli kod ise "zararlı ve faydalı mikropları ayırabilme" dir. Örneğin Ö39'un cevabı "*hücrenin iyi de olduğu kötü de olduğunu öğrendim*" dir. Ö44 ise bu soruyu " *mikropları ayırmayı.. hangisi zararlı hangisi faydalı diye ayırabiliriz*." olarak cevaplamıştır. Bu temanın altında bulunan diğer bir kod ise "hastalık oluşumunu anlayabilme" dir. Bu koda alınan öğrenci cevaplarından biri şöyledir: "*hücre bizi hastalıklardan korur, gelen mikropların bizi hasta yapmaması için onlarla savaşır*" (Ö24). Son olarak belirlenen kod ise "temzilik/hijyen" dir. Bu şekilde kodlanan Ö23'ün cevabı şu şekildedir: "*Bazen ellerimizde mikrop oluyor. Kirli maddelere dokunduğumuzda mikroskop ile görüyoruz. Hücrelerimiz sayesinde ellerimiz temiz kalıyor. Geri yıkayınca koful kirli maddeyi dışarıya atıyor."* Bu öğrencinin alternatif kavramaya sahip olduğu da görülmektedir. Bu koda dahil edilen Ö31'in de alternatif kavramaya sahip olduğu, şu cevaptan anlaşılmaktadır: "*Yemek yerken ellerimizi eğer yıkamazsak hücrelerimiz ölür."*

Hücre konusunu öğrenmenin gelecek için önemli olduğunu vurgulayan öğrenci cevapları, *gelecek için gerekli bulma* teması altında incelenmiştir. Bu temayı oluşturan kodlar ise "sorulduğunda/sınavlarda cevap verebilme" ve "meslek (doktor, hemşire, bilim insanı, öğretmen)" olarak belirlenmiştir. "Sorulduğunda/sınavlarda cevap verebilme" kodunu oluşturan öğrenci cevaplarında, soru sorulduğunda kolaylıkla cevap verebilmenin önemsendiği görülmektedir. Örneğin Ö16'nın cevabı şu şekilde olmuştur: "*Hücreyi öğrenmem iyi oldu çünkü hücreyle ilgili soruları daha çabuk yanıtlayabilirim.*" Bu öğrencilerin genel olarak sınav kaygısı taşıdıkları düşünülebilir. Hücre kavramının meslek edinme veya mesleği iyi yapabilme açısından önemli olduğunu düşünen öğrencilerse "meslek" kodu ile kodlanmıştır. Örnek olarak Ö11'in cevabı verilebilir: "*Bu konuyu öğrendiğim için doktor olduğumda işime yarayacak."*

Besinlerde bulunma teması, bazı öğrencilerin hücreyi yiyecek ve içereceklerle ilişkilendirdiğini göstermektedir. Bu temanın altındaki "yiyeceklerde bulunma" ve "içeceklerde bulunma" kodlarının her ikisine de dahil edilen Ö34'ün cevabı şu şekildedir: "*Hücre bazı yiyeceklerin veya içeceklerin içinde bulunur olduğunu öğrendim*." "Yoğurdun mayalanması" koduna alınan Ö29 şöyle demiştir: "Yoğurt mayalar, peynirin küflenmesini ve sütün ekşimesini sağlar."

Katılımcılardan 8'i *anlamama* temasında bulunmaktadır çünkü anlamsız, ilişkisiz cevaplar vermişler veya soruyu boş bırakmışlardır. Bu temaya alınan Ö15'in cevabı: "*Mesela yaralandığımızda ya da konuşmak istediğimizde bu bilgiyle yola çıkabiliriz."* şeklinde iken Ö12 şöyle demiştir: "*Hayvan hücresini fen dersinde öğrendik*".

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, hücre konusuyla ilk defa karşılaşan 6. sınıf öğrencilerinin pek çok alternatif kavramaya sahip olduğu ve hücreyle ilgili anlamakta zorlandıkları kısımlar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak katılımcıların öğretimden sonra yetersiz kavramaya sahip olduğu söylenebilir. Diğer taraftan çoğunluğu hücre konusunu günlük hayatla ilişkilendirebilmiştir. Katılımcıların kelime ilişkilendirme testine verdiği cevaplar yoğunlukla 'hücrenin tanımlanması', 'hücrenin yapı ve organelleri' ve 'hücreye örnek verme' ile ilgilidir. Bu testin sonuçlarında öncelikle göze çarpan, katılımcıların hücreyi bir canlılık özelliği olarak görebilmesidir. Genel olarak öğrenciler, hücrenin yalnızca canlılarda bulunduğunun

farkındadırlar. Bu bulgu aynı zamanda Kavramsal Anlama Testi'nde hücrenin tanımlanmasını isteyen 3.soruya verilen cevaplarla da desteklenmektedir. Bu testin hücre konusunun gerçek yaşamla ne kadar ilişkilendirildiğini ortaya koyan 5. sorusuna verilen cevaplarla oluşturulan 'hücrenin canlılarda bulunduğunu bilme' kodu da yine bu bulguyla paralellik gösterir. Ancak kelime ilişkilendirme testiyle belirlenen 'hücrenin tanımlanması' temasının altındaki 'en küçük yapı birimi' koduna dahil edilen bazı cevaplarda, bu öğrencilerin hücrenin de canlı olduğunu göz ardı ettiği görülmüştür. Kelime ilişkilendirme testi ile ortaya çıkan 'hücrenin yapı ve organelleri' teması altında gözlenen kelimelerden anlaşıldığı üzere katılımcıların aklına öncelikle gelen organel veya kısımlar çekirdek, mitokondri, koful ve sitoplazmadır. Benzer şekilde hücre çizimlerinde de en sık gösterilen kısım ve organeller yine çekirdek, koful, mitokondri ve sitoplazmadır. Paralel bir bulgu olarak, öğrencilere en önemli olduğunu düşündükleri kısım ve organeller sorulduğunda çoğunluğu *çekirdek* cevabını vermiştir. Gerekçe olarak da en sıklıkla 'hücreyi yönetme' özelliği belirtilmiştir. Çekirdekten sonra gelen kısım ise 'seçici geçirgenlik özelliği' ile *hücre zarı* olmuştur. Cavas ve Kesercioğlu (2010), 6. sınıflarla yaptığı görüşmeler sonucunda da öğrencilerin hücre yapısını anlatırken genel olarak çekirdek, sitoplazma ve hücre zarından bahsettiğini ortaya koymuştur. Ayrıca Yörek (2007), 9 ve 11. sınıflarla yürüttüğü çalışmasında yaptırdığı çizimlerde de bu çalışmanın bulgularına benzer sonuçlar elde etmiştir. 6. sınıfta atılan temeller, ileri sınıflarda da etkisini göstermeye devam etmektedir. Bu çalışmada ayrıca kelime ilişkilendirme testi ile öğrencilerin hücrenin bulunduğu canlıyı belirtirken insana öncelik verdiği görülmüştür. Denebilir ki bu çalışmaya katılan 6. sınıf öğrencilerinin önemli bir kısmı, insan hücresinin de hayvan hücresi olarak sınıflandırıldığını algılayamamıştır.

Hücre çizimlerinden elde edilen bulgular, katılımcıların hücre konusunda önemli düzeyde alternatif kavramaya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu alternatif kavramalar yoğunlukla, 6. sınıf fen programı kapsamında belirlenmiş kazanımlarca öğretilmek istenen, bitki ve hayvan hücresi arasındaki farklarla ilgilidir. Hücre çizimlerinin ortaya koyduğu bulgulara göre 6. sınıf öğrencileri hayvan hücresinde kloroplast çizmek, bitki hücresinde sentriol çizmek, hücre zarı ve hücre duvarını ayırdedememek, hayvan hücresinde hücre duvarı çizmek gibi alternatif kavramalı gösterimlerde bulunmuştur. Katılımcıların yalnızca yaklaşık %30'luk bölümünün çizimlerinin 'kavramsal temsili çizimler' olması ve alternatif kavramalı çizimlerin fazlalığı sebebiyle, bu çalışmaya katılan 6. sınıfların hücrenin yapısıyla ilgili yetersiz kavramaya sahip olduğu sonucuna varılabilir. Çizilen şeklin hangi hücreye ait olduğunu belirttikleri açıklamalarında da yarıdan fazlası kısmen anlama göstermiş, bitki ve hayvan hücresi arasındaki farkları tam olarak ifade edememişlerdir. Çizimlerinde gözlenen alternatif kavramların bu açıklamalarda da yer aldığı ortaya çıkmıştır. Ortaöğretim öğrencilerinin hücre konusundaki kavramalarını ortaya koyan bazı çalışmalar da bu sonuçlarla benzerlik göstermektedir (Yörek, 2007; Zamora ve Guerra, 1993; Glynn ve Tomone, 1998).

Hücre kavramı ile ilgili öğrenci fikirleri, okulda öğrendikleri ile şekillenmektedir. Dolayısıyla bu kavramı nasıl yapılandırdıkları, yüksek düzeyde bu kavramın kitaplarda ve öğretmen anlatımlarında nasıl sunulduğuna bağlıdır. Clement (2007), günlük yaşamdan ziyade önceki öğretmelerden kaynaklı olarak gözlenen ve özellikle hücreleri ayırdetme konusunu anlamayı zorlaştıran bazı *didaktik engellerden* bahsetmiştir. Hücre kavramının iki hücre prototipi (bitki ve hayvan) ile sunulmasının hücreleri ayırdetmeyle ilgili anlamayı zorlaştırdığını iddia etmektedir. Hücreyi yalnızca bir bitki ve bir hayvan hücresi çizimiyle tanıtmanın öğrencilerde genel olarak aşağıdaki düşünce ve fikirlerin oluşmasına neden olacağı düşünülmektedir:

- Tüm bitki hücreleri prototip bitki hücresinde olduğu gibi aynı morfoloji ve yapıdadır.
- Tüm hayvan hücreleri prototip hayvan hücresinde olduğu gibi aynı morfoloji ve yapıdadır.
- Bitki ve hayvan hücresi arasındaki temel fark, şekilleri ile (hekzagonal ve küresel) ve komşu hücrelerin olup olmaması ile ilgilidir.

Aslında epidermal bitki hücresi ile epidermal hayvan hücresi arasındaki fark, nöron, kas hücreleri veya yağ hücreleri gibi hayvansal hücrelerin kendi arasındaki farklardan çok daha azdır. Ancak didaktik engeller öğrencileri tam tersini düşünmeye itebilir. Yurt dışında pek çok ülkede ve Türkiye'de öğrencilere mikroskopta soğan zarı hücresi ve ağız içi epitel hücresi gösterilmektedir. Bu hücrelerin görüntüleri de Clement (2007)'in iddialarını destekler niteliktedir. Nitekim bitki hücresi diğer komşu hücrelerle bitişik görülürken, hayvan hücresi diğerlerinden izole olarak görülebilmektedir. Hücrenin diğerlerinden izole olarak gösterilmesi öğrencilerde 'hücrenin tek başına bölünebileceği' veya 'özelleşebileceği' fikrini

uyandırabilir. Benzer şekilde bu çalışmada da bazı öğrenci cevapları, hücrelerin tek başlarına karar verme yetileri olduğu fikrini barındırmaktadır. Ders kitaplarında prototip bitki ve hayvan hücresi çizimlerinin sunulması yerine Clement (2007), hücrenin keşfedilmesinin tarihsel gelişiminin sunulmasının daha ilginç ve faydalı olacağını önermektedir. Hooke'un ilk hücre çizimleri ile daha sonrasında Schleiden ve Schwann'ın çizimlerinin sunulması sayesinde, öğrencilerin hayvan ve bitki hücresinin ortak özelliklerini tıpkı Schleiden ve Schwann'ın 1838'de anladığı gibi kavrayabileceğini düşünmektedir. Daha sonrasında modern hücre çizimlerinin de sunulmasıyla öğrenciler hücre kavramını, farklı hücre tiplerinin temsili bir sentezi olarak algılayabileceklerdir. Tüm hücrelerin ortak özellikleri, farklı bitki ve hayvan hücresi çeşitlerinin (kas hücreleri, nöronlar, yağ hücreleri, bitkisel ve hayvansal tek hücreliler, farklı bitkilerden alınmış hücreler gibi) tanıtılması ile de öğretilebilir.

Bu çalışmada, 6. sınıf öğrencilerinin hücreyi günlük yaşamla nasıl ilişkilendirdiği ve hücre konusunu nasıl anlamlandırdıklarını ortaya çıkarmak üzere toplanan veriler, genel olarak katılımcıların hücre bilgisini önemsediklerini ve yaşantılarıyla ilişkilendirebildiklerini göstermektedir. Sıklıkla, hücrenin temel kısım ve organellerini, canlılarda bulunduğunu ve en küçük yapı birimi olduğunu bilmenin önemli olduğunu ifade etmişler, ayrıca sağlıkla ilgili konularda (hayatta kalma, faydalı-zararlı mikropları ayırabilme, hastalık oluşumunu anlayabilme gibi) hücre bilgisinin faydalı olacağını düşünmüşlerdir. Bunlara ek olarak, bu konuyu sınavlarda hücreyle ilgili soruları cevaplayabilmek açısından önemli gören öğrencilerin sayısının az olmayışı da sınavlarla ilgili kaygılı olabilecekleri fikrini kuvvetlendirmektedir. Bazı öğrenciler de hücre hakkında bilgi sahibi olmanın mesleki açıdan önemli olduğunu düşünmüştür. Bu bağlamda, 6. sınıftaki öğrencilerin de okulda öğrendikleri kavramları gelecek yaşamlarında işlerine yarayıp yaramayışını göz önüne alarak önemli gördükleri söylenebilir. Her ne kadar hücre kavramı, öğrenci zihninde çoğunlukla gerçek hayattaki yaşantılardan ziyade okul yaşantısında öğrenilenlerle yapılansa da, ileriki yaşantılarında öğrenecekleri diğer bilgilerle ilişkilendirilmektedir. Literatürde ortaöğretim öğrencilerinin hücre konusu ile ilgili kavramaları üzerine yapılmış çalışmalarla bu çalışmanın bulgularının büyük oranda benzerlik taşıması, öğrencilerin hücreyle ilgili alternatif kavramalarının 6. sınıftan itibaren oluştuğunu ve ilerleyen yıllarda daha da sağlamlaştığını göstermektedir. Her ne kadar ortaokul fen programı yapılandırmacı yaklaşım göz önüne alınarak hazırlanmış olsa da öğrencilerin hücre konusunda hala yetersiz kavramaya sahip olduğu bir gerçektir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin bu çalışmaların bulgularından da faydalanarak hücre konusunu öğretirken olası alternatif kavramları göz önüne alıp içerik ve materyal tasarlamaları ve uygun öğretim yöntemlerini kullanmaları gerekmektedir. Özellikle kavram öğretimine önem verilmesi ve öğretim etkinliklerinin bu yönde düzenlenmesi anlamlı öğrenme sağlamak açısından gerekli görünmektedir. Aksi takdirde, öğrencilerin alternatif kavramaları lise ve hatta üniversite hayatlarında yerleşip çoğalmaya devam edecek ve bilişsel yetersizlikleri yaşamlarını etkileyen bir olumsuzluk olarak ortaya çıkacaktır. Ayrıca Clement (2007)'in önerdiği doğrultuda, hücre konusunun öğretiminde özellikle ders kitaplarında kullanılan hücre çizimlerinde, sadece bitki ve hayvan hücresi prototipleri kullanmak yerine hücrenin keşfinin tarihsel gelişimi ve farklı hücre tiplerinin şekilleri de kullanılabilir. Böylelikle, çok daha fazla çeşit hücre gören öğrencilerin bu çalışmada da ortaya çıkarılan bitki ve hayvan hücresine yönelik alternatif kavramalarının önüne geçilebilir. Ancak 6. sınıf öğrencilerinin bilişel ve duyuşsal yapıları da bu bağlamda göz önüne alınmalıdır.

Kaynakça

Abraham, M.R., Williamson, V.M. ve Westbrook, S.L. (1994). A cross-age study of the understanding of five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147-165. http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660310206

Alparslan, C., Tekkaya, C. ve Geban, Ö.(2003). Using the conceptual change instruction to improve learning. *Journal of Biological Education* 37, 3, 133–7. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2003.9655868

Artun, H. ve Coştu, B. (2011). Sınıf öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili yanılgılarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 8*(4), 117-127.

Aşcı, Z. S., Özkan, ve Tekkaya, C. (2001). Students' misconceptions about respiration: A cross-age study. *Education and Science, 26*(120), 29–36.

Atasoy, B. (2004). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi.* Ankara: Asil Yayınevi.

Ayas, A. & Çalık, M. (2005). A comparison of level of understanding of eight-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*, 638-667. http://dx.doi.org/10.1002/tea.20076

Bahar, M. ve Kılıç, F. (2001). *Kelime iletisim testi yöntemi ile Atatürk ilkeleri arasındaki kavramsal bağların Araştırılması.* IX. Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Bahar, M. ve Özatlı, N.S. (2003). Kelime iliskilendirme yöntemi ile lise 1. sınıf ögrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *5*(1),75-85.

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*, 134-141. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1999.9655653

Bahar, M., Özel, M., Prokop, P. & Uşak, M. (2008). Science student teachers' ideas of the heart. *Journal of Baltic Science Education, 7*(2), 1648 -3898.

Braund, M. (1998). Trends in children's conceptions of vertebrate and invertebrates. *Journal of Biological Education,* 32(2),112–118. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1998.9655606

Büyüköztürk, S., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (5. baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.

Cardellini, L. & Bahar, M. (2000). Monitoring the learning of chemistry through word association tests. *Australian Chemistry Resource Book*, 19, 59.

Carmichael, P., Driver, R., Holding, B., Phillips, I., Twigger, D., & Watts, M. (1990). *Research on students' conceptions in science: A bibliography*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, United Kingdom.

Cavas, B. & Kesercioglu, T. (2010). A qualitative study on student' understanding and misconceptions regarding the livıig cell. *e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 5(1), 321-331.

Cinici, A. (2013) From caterpillar to butterfly: a window for looking into students' ideas about life cycle and life forms of insects. *Journal of Biological Education*, *47*(2), 84-95. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2013.773361

Cle´ment, P. (2007). Introducing the cell concept with both animal and plant cells: A historical and didactic approach. *Science & Education, 16*, 423–440. http://dx.doi.org/10.1007/s11191-006-9029-7

Çapa, Y. (2000). *An analysis of 9th grade students' misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants.* Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University, Ankara.

Çardak, O. (2009). Science students' misconceptions of the life cycle according to their drawings. *Journal of Applied Sciences*, *9*(5), 865–873.

Daskolia, M., Flogaitis, E. & Papageorgiou, E. (2006). Kindergarten Teachers' Conceptual Framework on the Ozone Layer Depletion. Exploring the Associative Meanings of a Global Environmental Issue. *Journal of Science Education and Technology. 15*(2), 168-178. http://dx.doi.org/10.1007/s10956-006-9004-8

Dreyfus, A. & Jungwirth, E. (1988) The cell concept of 10th. graders: Curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education, 10(2)*, 221-229. http://dx.doi.org/ 10.1080/0950069880100210

Dreyfus, A. & Jungwrith, E. (1989) The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education, 23*, 49–55. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1989.9655024

Eggen, P. & Kauchak, D. (2004) *Educational Psychology: Windows, Classrooms*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Fisher, K. M. (1983). In H. Helm & J. D. Novak (Chairs). *Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics.* Ithaca, NY: Cornell University.

Flores, F., Tovar, M.E. & Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. *International Journal of Science Education*, *25*(2), 269-286. http://dx.doi.org/10.1080/09500690210126793

Francek, M. (2013). A compilation and review of over 500 geoscience misconceptions. *International Journal of Science Education*, *35*(1), 31-64. http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.736644

Glynn, M. S. & Tomone, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, *35*(10), 1129-1149. http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1129::AID-TEA5>3.0.CO;2-2

Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1990). On the Concept Chemical Equilibrium: The Associative Framework. *Journal of Research in Science Teaching, 27* (3), 197-204. http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660270303

Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching, 20(8)*, 731–743. http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660200804

Kempa, R.F. & Nicholls, C.E. (1983). Problem solving ability and cognitive structure an explanatory investigation. *European Journal of Science Education, 5(2)*, 171-184. http://dx.doi.org/10.1080/0140528830050205

Kindfield, A. C. (1991). Confusing chromosome number and structure: A common student error. *Journal of Biological Education, 25*, 193–200. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1991.9655206

Kostova, Z. & Radoynovska, B. (2008). Word Association Test for Studying Conceptual Structures of Teachers and Students. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy,* 2 (2), 209-231.

Kostova, Z. & Radoynovska, B. (2010). Motivating Students' Learning Using Word Association Test and Concept Maps. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy, 4* (1), 62-98.

Köse, S.(2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.

Köseoglu, F., Budak, E. ve Kavak, N. (2002). "Fen eğitiminde kavramsal anlama için bir degerlendirme yöntemi: Kelime çağrışımları ve gravimetrede uygulanışı. *V. Fen Bilimleri ve Matematik Egitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.*

Kurt, H., ve Ekici, G. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının 'bakteri' konusundaki bilişsel yapılarının ve alternatif kavramlarının belirlenmesi. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic.* 8(8), 885-910.

Lazarowitz, R. ve Penso, S. (1992). High school students' difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education, 26*, 215–223. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1992.9655276

Longden, B. (1982). Genetics-are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education, 16*, 135–140. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1982.9654439

Longfield, J. (2009). Discrepant teaching events: Using an inquiry stance to address students' misconceptions. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, *21*(2), 266-271.

MEB (2012). *İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitabı* (2. Baskı). Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.

Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, California: SAGE.

Nakiboğlu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education: Research and Practice, 4*, 171-188. http://dx.doi.org/10.1039/B2RP90043B

Nussbaum, J., & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science, 11(3)*, 183–200. http://dx.doi.org/10.1007/BF00414279

Okeke, E. A. C. & Wood–Robinson, C. (1980) A study of Nigerian pupils' understanding of selected biological concepts. *Journal of Biological Education, 14*, 329–338. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1980.9654318

Ozden, M. (2009). Primary student teachers' ıdeas of atoms and molecules: Using drawings. *Education. 129*(4), 635–642.

Patrick, P. G., & S. D. Tunnicliffe. (2010). Science teachers' drawings of what is inside the human body. *Journal of Biological Education, 44* (2), 81–87. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2010.9656198

Pashley, M. (1994). A-level students: Their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education, 28*(2), 120–126. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1994.9655377

Pfundt, H., & Duit, R. (1991). Bibliography. *Students' alternative frameworks and science education* (3rd Ed.). Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.

Preece, P.F.W. (1978). Exploration of semantic space: review of research on the organisation of scientific concepts in semantic memory. *Science Education*, *62*, 547-562. http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730620415

Prokop, P., & J. Fancˇovicˇova. (2006). "Students' ıdeas about human body: do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, *2*(10), 86–95.

Reiss, M. J. & S. D. Tunnicliffe. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, *31(3)*, 383–399.

Reiss, M.J., S.D. Tunnicliffe, A.M. Andersen, A. Bartoszeck, G.S. Carvalho, S.Y. Chen, R. Jarman, S. Jónsson, V. Manokore, N. Marchenko, J. Mulemwa, T. Novikova, J. Otuka, S. Teppa & W.V. Rooy. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education, 36(2)*, 58-64. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2002.9655802

Rennie, L. J. & Jarvis, T. (1995). Children's choice of drawings to communicate their ideas about technology. *Research in Science Education*, *25*, 239–252. http://dx.doi.org/10.1023/A:1013116228261

Sato, M. & James, P. (1999). "Nature" and "Environment" as perceived by university students and their supervisors. *International Journal of Environmental Education and Information, 18* (2), 165-172.

Sesli, E. & 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. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2012.688849

Shavelson, R. J. (1974). Methods for examining representations of a subject-matter structure in a student's memory. *Journal of Research in Science Teaching*, *11(3)*, 231-249. http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660110307

Smith, M. (1991) Teaching cell division: Students' difficulties and teaching recommendations. *Journal College Science Teaching*, September/October, 28–33.

Sungur, S., Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics, 101(2)*, 91–101. http://dx.doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb18010.x

Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanılgılarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101–107.

Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.

Topsakal, U. U. & Oversby, J. (2012) Turkish student teachers' ideas about diagrams of a flower and a plant cell. *Journal of Biological Education*, *46*(2), 81-92. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2011.572988

Tunnicliffe, S. D. & Reiss, M. J. (1999). Building a model of the environment: How do children see animals? *Journal of Biological Education*, *33(3)*, 142 - 148. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1999.9655654

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (eds) *Handbook of research on science teaching and learning* (Macmillan), 177- 210.

White, R. T., & Gunstone, R. F. (2000). *Probing understanding.* London: The Falmer Press.

Yalçınkaya, E., Taştan-Kırık, Ö., Yıldıran, D. & Boz, Y. (2012). Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics? *Research in Science & Technological Education*, *30*(2), 151-172. http://dx.doi.org/10.1080/02635143.2012.698605

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yip, D.Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education,* 20(4), 461–477. http://dx.doi.org/10.1080/0950069980200406

Yörek, N. (2007). Öğrenci çizimleri yoluyla 9. ve 11. sınıf öğrencilerinin hücre konusunda kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi. [Determination of student conceptual understanding of cellcell using student drawings at grades 9 and 11]. *9 Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi,* 22, 107-114.

Zamora, S. & Guerra, M. (1993). "Misconceptions about cells." Technical Report, Universum, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico.

Zoldosova, K. & P. Prokop. (2007). Primary pupils' preconceptions about child prenatal development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *3*(3), 239–246.