

Bilgisayar Programcılığı Öğrencilerinin Matematik Kavramı ile İlgili Bilişsel Yapılarının İncelenmesi*

Fikret CİHAN¹

¹Öğr. Gör. Dr., Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0001-8783-4136, fikret.cihan@klu.edu.tr, fikret_cihan@hotmail.com

*Bu çalışma 06-08 Mayıs 2022 tarihleri arasında Edirne’de düzenlenen Balkan 6. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi’nde online (çevrimiçi) olarak sunulan ve özet olarak basılan sözlü bildirisinin genişletilmiş hâlidir.

ÖZET

Bu araştırmanın amacı bilgisayar programcılığı öğrencilerinin “matematik” kavramı ile ilgili bilişsel yapılarını incelemektir. Bu nitel çalışmada olgubilim deseni tercih edilmiştir. Araştırmanın verileri 2021-2022 eğitim öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesine bağlı meslek yüksekokulunun bilgisayar programcılığı programında öğrenim gören 56 öğrenciden toplanmıştır. Veri toplama aracı olarak anahtar kavramı “matematik” olan kelime ilişkilendirme testi (KİT) kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda “matematik” kavramına ilişkin 152 farklı cevap kelime elde edilmiş olup bu kelimeler 10 farklı kategori altında toplanmıştır. Frekansı en yüksek olan kategoriler “cebir”, “aritmetik işlemler”, “geometri” ve “sayılar” olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra “semboller, gösterimler ve formüller”, “okul ve okul dışı hayat”, “ünlü bilim insanları”, “ticari matematik”, “bilgisayar”, “veri, olasılık ve istatistik” kategorileri de belirlenen diğer kategorilerdir. Ayrıca bu anahtar kavrama ilişkin katılımcıların bilişsel yapılarını ortaya koyan kavram ağları ve kelime bulutu oluşturulmuştur. Gelecekteki çalışmalarda katılımcıların “matematik” kavramına ilişkin bilişsel yapılarının nasıl zenginleştirilebileceği konusunun ele alınabileceği düşünülmektedir.

MAKALE TÜRÜ

Araştırma

MAKALE BİLGİLERİ

Gönderilme Tarihi:

13.05.2022

Kabul Edilme Tarihi:

05.09.2022

ANAHTAR

KELİMELER:

Bilgisayar programcılığı öğrencileri, bilişsel yapı, kelime ilişkilendirme testi, matematik kavramı.

Investigation of Computer Programming Students’ Cognitive Structures Related to the Concept of Mathematics

ABSTRACT

Aim of this research is to examine the cognitive structures of computer programming students related to the concept of “mathematics”. In this qualitative research, we used the phenomenology design. The research data were collected from 56 students studying at the program of computer programming of a vocational high school affiliated to a state university in the spring semester of the 2021-2022 academic year. The word association test (WAT) whose stimulus word is “mathematics” was used as data collection tool. The data obtained were analyzed with content analysis. At the end of the research, 152 different response words related to the concept of ‘mathematics’ were obtained and these words were collected under 10 different categories. The categories with the highest frequency were determined as “algebra”, “arithmetic operations”, “geometry”, and “numbers”. In addition, “symbols, notations, and formulas”, “school and non-school life”, “famous scientists”, “business mathematics”, “computer”, “data, probability, and statistics”

ARTICLE TYPE

Research

ARTICLE INFORMATION

Received:

13.05.2022

Accepted:

05.09.2022

KEYWORDS:

Computer programming students, cognitive structure, word association test,

are other categories determined. Besides, conceptual networks and word cloud revealing the cognitive structures of the participants regarding this stimulus word were created. In future studies, it is considered that the issue of how to enrich the cognitive structures of the participants regarding the concept of "mathematics" would be discussed.

math concept.

Summary

Introduction, Purpose, and Significance

Since mathematical cognitive structure plays an important role in students' mathematical activities (Dandan & Zezhong, 2017), it is a topic that should be emphasized in the field of mathematics education. In the field of education, there are many methods such as word association test (Deese, 1962; Bahar, Johnstone, & Sutcliffe, 1999; Bahar & Özatlı, 2003; Shavelson, 1972, 1974), concept map (Novak, Gowin, & Johansen, 1983), diagnostic tree testing (Johnstone, McAlpine, & MacGuire, 1986), clinical interview (Piaget, 1929) used to examine the concept networks that reveal the cognitive structures of students (Bahar, 2003). It is possible to say that word association technique is one of the oldest methods used to determine cognitive structure (Bahar et al., 1999; Shavelson, 1974).

In the literature, there are studies examining the cognitive structures of the participants about concepts of STEM (science, technology, engineering, mathematics) (Hacıoğlu, Yamak, & Kavak, 2016; Özkızılcık, 2018; Ünal, Akyüz, & şahingöz, 2021), geometry (Erdoğan, 2017a), trigonometry (Keser, 2017), statistics (Benibil & Erdoğan, 2016a), probability (Benibil & Erdoğan, 2016b; Geeslin & Shavelson, 1975), measurement (Erdoğan, 2017b), function (Gökbaş & Erdoğan, 2016), limit (Turan & Erdoğan, 2017), continuity (Turan & Erdoğan, 2016), and integral (Ural, 2020) through word association test. The study in which the cognitive structures of computer programming students regarding the concept of "mathematics" were examined through word association test was not found in the literature by the researcher. Therefore, aim of this research is to examine the cognitive structures of computer programming students related to the concept of "mathematics".

Methods

All processes of this study were carried out in accordance with ethical principles and rules. In this qualitative research, we used the phenomenology design (Creswell, 2014). This study was carried out with 56 students studying in computer programming of a vocational high school of a public university in the spring semester of the 2021-2022 academic year. The data of this study were collected with the Word Association Test (WAT) (Bahar et al., 1999; Bahar & Özatlı, 2003; Deese, 1962; Shavelson, 1972, 1974). In this test, the concept of "mathematics" is selected as the stimulus word. While analyzing the data of this research, qualitative analysis steps were followed (Creswell, 2014). The obtained data were analyzed by content analysis (Patton, 2001).

Findings

56 participants who participated in the research wrote a total of 525 response words, 152 of which were different, related to the concept of "mathematics". These 152 different response words were collected under 10 different categories. These categories are "algebra", "arithmetic operations", "geometry", "numbers", "symbols, notations, and formulas", "school and non-school life", "famous scientists", "business mathematics", "computer", and, "data, probability, and statistics" categories. Besides, conceptual networks revealing the cognitive structures of the participants regarding this stimulus word were drawn.

Discussion and Conclusion

From the findings of the study, it can be concluded that the conceptual networks of the participants related to the concept of “mathematics” are not rich enough, therefore their cognitive structures for this concept are academically limited. This result is in line with the results of Erdoğan’s (2017a) study, which revealed that the conceptual structures of the participants related to the concept of “geometry” were not academically sufficient. Again, some studies in the literature draw attention to the fact that the level of understanding of some mathematical concepts of participants at various grade levels is not sufficient (Akkoç, 2008; Çelik & Akşan, 2013; Çetin, 2020; Özmantar, Bingölbali, & Akkoç, 2010; Szydlik, 2000; Tall & Vinner, 1981; Yenilmez & Demirhan, 2013). In future studies, it is considered that the issue of how to enrich the cognitive structures of the participants regarding the concept of “mathematics” would be discussed.

Giriş

Matematik geçmişten günümüze farklı disiplinlerde kendine kullanım alanı bulan bir bilimdir. Bu disiplinlerden biri de bilgisayar bilimleridir. Matematik, bilgisayar bilimlerinin bazı alt alanları için teorik temel sağladığı gibi bazı alt alanları için de analitik bir araçtır ve bu yüzden bilgisayar bilimcileri matematiği profesyonel yaşamlarında sıklıkla kullanmaktadırlar (Baldwin, Walker ve Henderson, 2013). Matematik sadece bilgisayar bilimleri için değil bilgisayar bilimlerinin öğretimi için de önem teşkil etmektedir (Shaw, Kandel ve Werth 1984). Örneğin programlama öğreticileri, programlama yeteneğinin matematik yeteneğiyle çok yakından ilişkili olduğuna inanmaktadırlar (Sauter, 1986). Çünkü Dijkstra’ya (1974) göre bilgisayar programlama teknikleri, doğası gereği matematik ile iç içedir. Dolayısıyla matematik, bilgisayar bilimlerinde öğrenim gören öğrencilerin hem öğrencilik hem de meslek yaşantıları için gereklidir.

Matematik eğitiminin amacı tüm öğrenciler için başarıyı yakalamak olsa da çoğu öğrenci matematiği öğrenmekte zorlanmaktadır (Tall ve Razali, 1993). Öğrencilerin matematiği öğrenmesi için anlaması gerektiği matematik eğitiminde en kabul görmüş fikirlerinden birisidir (Hiebert ve Carpenter, 1992). Bu önemine rağmen matematik eğitiminde en sık rastlanan sorunlardan birisi “anlama” kavramıdır (Skemp, 1976). Skemp (1976) makalesinde Bergen Üniversitesi’nden Profesör Stieg Mellin-Olsen’in ilişkisel ve araçsal anlama olarak ikiye ayırdığı anlama kavramını geliştirmiş ve bu iki anlamayı tanımlayarak avantaj ve dezavantajlarını açıkça ortaya koymuştur. Hiebert ve Carpenter (1992) anlayarak öğrenmeyi açıklamak için zihinsel ağ kavramından bahsetmiş ve küçük bilgi parçalarının bütünü oluşturmak için birbirlerine bağlandığı çok sayıda tutarlı ağ olarak tanımlamıştır. Tall (1989) bu ağların, öğrencilerin kavramasını kolay bulduğu bilişsel kökler üzerine inşa edildiğini öne sürmüştür. Bu bilgi ağları örümcek ağları gibi yapılandırılarak (Hiebert ve Carpenter, 1992) bilişsel yapıyı oluşturmaktadırlar. Öğrencilerin bir kavramı anlayabilmeleri için o kavramla ilgili bilişsel yapıya sahip olmaları gerekmektedir (Erbağcı ve Kaf, 2020). Shavelson (1972, 1974) bilişsel yapıyı, uzun süreli bellekteki kavramların organizasyonunu ve ilişkilerini temsil eden varsayımsal yapı olarak tanımlamıştır. Bilişsel yapıda kavramlar doğrusal diziden ziyade karmaşık ve anlamlı ağlarda organize edilirler (Herl, Baker ve Niemi, 1996). Zaten kavramlar ancak başka kavramlarla olan ilişkileriyle tanımlanabilir ve bu sayede anlamlı hale gelebilirler (Carley, 1986). Bir matematiksel kavram bir iç ağın parçasıysa anlaşılır ve bu ağların sayısı ne kadar fazla ise anlama o derece güçlü olmaktadır (Hiebert ve Carpenter, 1992). Yeni bilgiler mevcut bilişsel yapıda yeni ağlar oluşturularak ve mevcut bilişsel yapıyı yeniden düzenleyerek anlamlı hale gelmektedir (Tall, 1989). Bu yüzden bilişsel yapı eski bilgileri hatırlamada, bilgiler arasındaki bağları kurmada ve yeni bilgileri öğrenmede önemli rol oynamaktadır (Özenç-Uçak ve Olşen-Güzeldere, 2006). Matematiksel bilişsel yapı ile ilgili çalışmalar özel olarak zihindeki matematiksel bilginin içeriğine, depolanmasına, organizasyonuna ve birbiriyle ilişkilendirilmesine odaklanmaktadırlar (Sun ve Yang, 2015; Yang, Zhang, Wang ve Zhu, 2018; Yang, Zhu, Qu ve Zhang, 2018). Matematiksel bilişsel yapı matematik

öğreniminde (Sun ve Yang, 2015) ve öğrencilerin matematiksel aktivitelerinde önemli bir role sahiptir (Dandan ve Zezhong, 2017).

Eğitim alanında, öğrencilerin bilişsel yapılarını ortaya çıkaran kavram ağlarını incelemek için kullanılan kelime ilişkilendirme testi (Bahar, Johnstone ve Sutcliffe, 1999; Bahar ve Özatl, 2003; Shavelson, 1972, 1974; Deese, 1962), kavram haritası (Novak, Gowin ve Johansen, 1983), tanılayıcı dallanmış ağaç testi (Johnstone, McAlpine ve MacGuire, 1986) ve klinik görüşme (Piaget, 1929) gibi pek çok metod vardır (Bahar, 2003). Bunlardan kelime ilişkilendirme tekniğinin bilişsel yapıyı saptamada kullanılan en eski metotlardan biri olduğunu söylemek mümkündür (Bahar ve ark., 1999; Shavelson, 1974). Bu yöntemde katılımcılara bir veya birden fazla anahtar kavram verilir ve bu anahtar kavramla ya da kavramlarla ilgili zihinlerine gelen çağrışımlarla yanıt vermeleri istenir (Deese, 1962; Shavelson, 1972, 1974). Katılımcılardan her bir anahtar kavram için genellikle yarım veya bir dakika içerisinde mümkün olduğunca çok çağrışımla yanıt vermeleri istenir (Bahar, 2003; Shavelson, 1972, 1974). Çağrışımların kısmen veya tamamen insan zihninin yapılarından türediği öne sürülmektedir (Deese, 1962). Ayrıca “[ö]ğrencinin uzun dönemli hafızasından herhangi bir anahtar kavrama verdiği sıralı cevabın bilişsel yapıdaki kavramlar arasında bağlantıları ortaya koyduğu” düşünülmektedir (Bahar ve Özatl, 2003, s. 76). Bundan dolayı bireylerin her bir anahtar kavrama yönelik ürettiği cevapların sırası özel bir önem taşımaktadır (Shavelson, 1972). Kelime ilişkilendirme testlerine verilen bu sıralı cevapların listesi ham veriyi oluşturur (Shavelson, 1974). Elde edilen veriler analiz edilerek öğrencilerin bilişsel yapıları belirlenmeye çalışılır (Erdoğan, 2017a).

Literatürde katılımcıların FeTeMM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Özkızılcık, 2018; Ünal, Akyüz ve Şahingöz, 2021), geometri (Erdoğan, 2017a), trigonometri (Keser, 2017), istatistik (Benibil ve Erdoğan, 2016a), olasılık (Benibil ve Erdoğan, 2016b; Geeslin ve Shavelson, 1975), ölçme (Erdoğan, 2017b), fonksiyon (Gökbaş ve Erdoğan, 2016), limit (Turan ve Erdoğan, 2017), süreklilik (Turan ve Erdoğan, 2016) ve integral (Ural, 2020) kavramları ile ilgili bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi ile incelendiği çalışmalar mevcuttur. Bunlar dışında bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi alanında da katılımcıların alanları ile ilgili bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi ile saptanmaya çalışıldığı araştırmalar mevcuttur (Eren, 2012; Önal, 2017).

Bilgisayar programcılığı öğrencilerinin “matematik” kavramına ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi ile incelendiği çalışmaya araştırmacı tarafından literatürde rastlanmamıştır. Matematikle olan ilişkilerinden dolayı bilgisayar programcılığı öğrencilerinin “matematik” kavramına ilişkin bilişsel yapılarının saptanmasının mesleki eğitimlerine yansımalarının olabileceği umulmaktadır. Ayrıca kavramların öğrencilerin bilişsel yapılarına nasıl yerleştiğini bilmek eğitimciler için önemli olduğundan (Bahar ve ark., 1999) bu çalışmanın sonuçlarının matematik öğretmenleri ve öğretim elemanları için de değerli olabileceği düşünülebilmektedir. Dolayısıyla bu araştırmanın sonuçlarının hem matematik eğitimi hem de mesleki eğitim literatürüne katkılarının olabileceği söylenebilir. Tüm bunlardan dolayı bu çalışmada bilgisayar programcılığı öğrencilerinin matematik kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu nitel çalışmada olgubilim deseni (Creswell, 2014) tercih edilmiştir. Kaynağı psikoloji ve felsefe bilimleri olan olgubilim (Creswell, 2014) kişilerin bir olguyu nasıl deneyimlediklerine, nasıl algıladıklarına veya nasıl anlamlandırdıklarına odaklanan bir yaklaşım biçimidir (Patton, 2001). Burada incelenen olgu matematik kavramı ile ilgili bilişsel yapılarıdır. Bu çalışmada bilgisayar programcılığı öğrencilerinin matematik kavramı ile ilgili bilişsel yapıları saptanmaya çalışıldığı için bu desen kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

2021-2022 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, bir devlet üniversitesinin bünyesinde yer alan teknik bilimler meslek yüksekokulunun bilgisayar programcılığı programında öğrenimlerine devam eden 56 birinci sınıf öğrencisi, bu araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır (Bkz. Tablo 1). Araştırmanın çalışma grubu uygun (kolay ulaşılabilir) örnekleme tekniğiyle belirlenmiştir. Uygun örnekleme tekniğinin tanındık gruplarla çalışma, zaman ve maliyet tasarrufu, hız ve pratiklik gibi avantajları vardır (Patton, 2001; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu avantajlardan faydalanmak adına bu örnekleme tekniği tercih edilmiştir.

Tablo 1

Katılımcıların Cinsiyetlerine İlişkin Frekans ve Yüzde Tablosu

Cinsiyet	Frekans (f)	Yüzde (%)
Kadın	8	14.29
Erkek	48	85.71
Toplam	56	100.00

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmanın verileri araştırmanın amacı doğrultusunda Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) (Bahar ve ark., 1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Deese, 1962; Shavelson, 1972, 1974) ile toplanmıştır. Bu testte “matematik” kavramı anahtar kavram olarak seçilmiştir. Veri toplama aracında anahtar kavram aynı sayfada aşağıdaki gibi 10 defa alt alta yazılarak yanlarına öğrenci cevap kelimeleri için boşluklar oluşturulmuştur.

Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik
 Matematik

Matematik kavramını alt alta yazmanın amacı zincirleme etkisini önlemektir (Bahar ve ark., 1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Turan ve Erdoğan, 2016, 2017). Diğer bir deyişle anahtar kavram yerine cevap kelimelerin çağrışım yaptırdığı kavramların yazılmasını önlemektir (Bahar ve ark., 1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Turan ve Erdoğan, 2016, 2017). Veri toplama aracının geçerlik çalışmaları için uzman görüşlerine başvurulmuştur. Hazırlanan veri toplama aracının, bilgisayar programcılığı öğrencilerinin matematiğe ilişkin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmaya yönelik olup olmadığıyla ilgili alanında uzman üç matematik eğitimcisiinden görüş alınmıştır. Veri toplama aracının güvenilirlik çalışması içinse araştırmanın yapıldığı yüksekokul dışında başka bir yüksekokuldaki 10 bilgisayar programcılığı öğrencisiyle pilot çalışması yapılmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik çalışması sonunda veri toplama aracına son hali verilmiş ve süreç hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci araştırmacı tarafından ilgili kurumdan gerekli izinler alınarak yürütülmüştür. Araştırmanın tüm verileri tek seferde toplanmıştır. Katılımcılara araştırma hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılmış ve kendilerine katılımcı hakları anlatılmıştır. Bu şartlar altında

araştırmaya katılım için gönüllü olan öğrencilere bilgilendirilmiş rıza formu imzalatılmıştır. Daha sonra kendilerine 30 saniyelik süre tanınmış ve gönüllü katılımcılardan “matematik” kavramı ile ilgili akıllarına gelen mümkün olduğunca çok (10’dan az ya da çok) cevap kelimeleri ayrılan boşluklara sırasıyla yazmaları istenmiştir (Bahar, 2003; Bahar ve Özatlı, 2003). 10’dan fazla cevap kelime yazmayı başarabilen öğrencilerin cevap kelimelerini 10 defa tekrarlanan anahtar kelimenin altındaki boşluklara yazabilecekleri de ifade edilmiştir. Bu yarım dakikalık süre sınırlaması KİT’lerin kullanıldığı alan yazındaki çalışmalarda (Bahar ve ark., 1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Turan ve Erdoğan, 2016, 2017) genellikle tercih edilen süredir. Aynı zamanda veri toplama aracının geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları da 30 saniyelik sürenin uygun olduğuna karar verme de etkili olmuştur.

Verilerin Analizi

Bu araştırmanın verileri analiz edilirken nitel analiz basamakları takip edilmiştir (Creswell, 2014). Katılımcıların KİT’e verdiği cevap kelimelerin analizinde nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemi tercih edilmiştir. Bazı durumlarda içerik analizi metindeki tekrar eden kelimelerin taranması veya sayılması yoluyla yapılabilmektedir (Julien, 2008; Patton, 2001). Bunun için öncelikle katılımcıların verdikleri cevap kelimelerin alfabetik sıralı listesi ve bunların frekans tabloları oluşturulmuştur. Bu frekans tablolarındaki cevap kelimelere göre araştırmacı tarafından kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategorilere göre katılımcıların “matematik” anahtar kavramına ilişkin bilişsel yapılarını ortaya koyan kavram ağları (Bahar ve ark., 1999; Bahar ve Özatlı, 2003; Turan ve Erdoğan, 2016, 2017) çizilmiştir. Ayrıca <https://wordart.com/> adresinden ulaşılan Wordart programı aracılığıyla katılımcıların yazdıkları cevap kelimelerin kelime bulutu (Kelime Bulutu, t.y.) oluşturulmuştur. Kelime bulutları genel bir bakış sağlamak için kullanılan basit ama güçlü bir görselleştirme yöntemidir (Heimerl, Lohmann, Lange ve Ertl, 2014). Bu yüzden bu çalışmada katılımcıların “matematik” kavramına ilişkin kavram ağlarının yanında kelime bulutunun oluşturulmasının da faydalı olabileceği düşünülmüştür.

Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmanın geçerlik ve güvenirliliği için öncelikle yukarıda belirtildiği gibi veri toplama aracının geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca veri toplama süreci ile bu verilerin nasıl analiz edildiği ile ilgili detaylı bilgiye de yer verilerek araştırmanın geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır (Creswell, 2014; Julien, 2008; Patton, 2001; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Katılımcıların verdiği cevap kelimeler için araştırmacının oluşturduğu kategoriler başka bir alan uzmanı tarafından eşleştirilmiştir. Daha sonra araştırmacı ve alan uzmanı arasındaki uyum hesaplanmıştır. Bu hesaplama için Miles ve Huberman’ın (1994, s. 64) $Güvenirlilik = \frac{Görüş Birliği}{(Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)} = \frac{140}{(140 + 12)}$ formülü kullanılmış ve tutarlılık yaklaşık % 92 bulunmuştur. Elde edilen bu yüzde veri analizinin güvenirliliğinin kabulü için yeterli görülebilir (Miles ve Huberman, 1994).

Bulgular

Araştırmaya katılan 56 katılımcı “matematik” anahtar kavramıyla ilgili 152’si farklı olmak üzere toplamda 525 cevap kelime yazmışlardır. Bu 152 farklı cevap kelime 10 farklı kategoride toplanmıştır. Bu kategoriler ve frekansları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2*Cevap Kelimelerin Oluşturduğu Kategorilerin Frekans ve Yüzde Tablosu*

Kategori	Frekans	Yüzde
Cebir	131	24.95
Aritmetik işlemler	119	22.67
Geometri	96	18.29
Sayılar	81	15.43
Semboller, gösterimler ve formüller	25	4.76
Okul ve okul dışı hayat	24	4.57
Ünlü bilim insanları	21	4.00
Ticari matematik	11	2.10
Bilgisayar	10	1.91
Veri, olasılık ve istatistik	7	1.33
Toplam	525	100

Tablo 2’de görüldüğü gibi katılımcıların cevap kelimeleri; “cebir”, “aritmetik işlemler”, “geometri”, “sayılar”, “semboller, gösterimler ve formüller”, “okul ve okul dışı hayat”, “ünlü bilim insanları”, “ticari matematik”, “bilgisayar” ve “veri, olasılık ve istatistik” kategorilerinde toplanmıştır. Yine tablodan görüldüğü üzere en yüksek frekansa sahip kategori “cebir” kategorisidir. “Cebir” kategorisini oluşturan cevap kelimeler ve frekansları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3*“Cebir” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları*

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Türev	19	Polinomlar	3
Fonksiyon	17	Diziler	2
İntegral	17	Matris	2
Denklemler	14	Sonsuzluk	2
Limit	11	Bilinmeyen	1
Logaritma	8	Cebirsel ifade	1
Problemler	8	İki bilinmeyenli denklemler	1
Kümeler	7	Kartezyen çarpım	1
Eşitsizlikler	4	Mutlak değer	1
Cebir	3	Parabol	1
Çarpanlara ayırma	3	Parçalı fonksiyon	1
Orantı	3	Süreklilik	1
Toplam Frekans			131

Tablo 3’ten görüldüğü gibi katılımcılar “cebir” kategorisinde 24 farklı cevap kelime üretmişlerdir. Bu kelimelerin toplam frekansı 131’dir. Bu kategoriye oluşturan cevap kelimeler içinde “türev”, “fonksiyon” ve “integral” en yüksek frekansa sahip, en sık verilen cevap kelimelerdir. En yüksek ikinci frekans değerine sahip olan “aritmetik işlemler” kategorisini oluşturan cevap kelimeler ve frekansları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4*“Aritmetik İşlemler” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları*

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Toplama	26	Üs alma	3
Çarpma	21	Aritmetik işlemler	2
Bölme	21	Abaküs	1
Çıkarma	18	Çarpım tablosu	1
Karekök alma	9	Hesap	1
İşlemler	8	Hesap makinesi	1
Çözüm	3	Sağlama	1
Dört işlem	3		
Toplam Frekans			119

Tablo 4’ten görüldüğü gibi katılımcılar bu kategoride 15 farklı cevap kelimeyi toplamda 119 kez yazmışlardır. Bu kategorideki cevap kelimeler içerisinde “toplama”, “çarpma”, “bölme” ve “çıkarma” cevap kelimeleri en sık kullanılan kelimelerdir. Ayrıca bu cevap kelimelerden “toplama” kelimesi tüm kategoriler içinde en yüksek frekansa sahip cevap kelimedir. En yüksek üçüncü frekans değerine sahip olan “geometri” kategorisini oluşturan cevap kelimeler ve frekansları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5*“Geometri” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları*

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Üçgen	17	Trigonometri	2
Geometri	9	3-4-5 üçgeni	1
Açı	8	Cetvel	1
Kare	6	Çevre	1
Alan	5	Çokgen	1
Hacim	4	Dar açı	1
Küre	4	Derece	1
Çember	3	Doğru açı	1
Daire	3	Eşkenar üçgen	1
Dik açı	3	Geniş açı	1
Kosinüs	3	Geometrik cisimler	1
Pisagor Teoremi	3	Hipotenüs	1
Dikdörtgen	2	Kotanjant	1
Geometrik şekiller	2	Metrekare	1
Küp	2	Silindir	1
Pergel	2	Tam açı	1
Sinüs	2	Tanjant	1
Toplam Frekans			96

Tablo 5’ten görüldüğü gibi katılımcılar bu kategoride 34 farklı cevap kelime üretmişlerdir. En farklı cevap kelime bu kategoride üretilmiştir. Bu 34 cevap kelime toplamda 96 kez kullanılmıştır. En yüksek frekansa sahip cevap kelimeler ise “üçgen”, “geometri” ve “açı” kelimeleridir. Diğer bir yüksek frekansa sahip kategori olan “sayılar” kategorisini oluşturan cevap kelimeler ve frekansları Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6*“Sayılar” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları*

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Sayılar	18	Doğal sayılar	2
Üslü sayılar	12	Negatif sayılar	2
Rakam	8	Ondalık sayılar	2
Kesirli sayılar	7	Sıfır	2
Pi	6	Asal sayılar	1
Rasyonel sayılar	6	Karmaşık sayılar	1
İrrasyonel sayılar	4	Pozitif sayılar	1
Köklü sayılar	4	Reel sayılar	1
Tam sayılar	3	Sayma sayıları	1
Toplam Frekans			81

Tablo 6’den görüldüğü gibi “sayılar” kategorisinde katılımcılar tarafından 18 farklı cevap kelime üretilmiş olup bu kelimeler toplamda 81 defa yazılmıştır. Bu kategoride en sık yazılan cevap kelimeler “sayılar”, “üslü sayılar” ve “rakam” kelimeleridir. Başka bir kategori olan “semboller, gösterimler ve formüller” kategorisini oluşturan cevap kelimeler ve frekansları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7*“Semboller, Gösterimler ve Formüller” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları*

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
x, y ve z	3	$\frac{b}{a}$	1
x	3	$\frac{c}{a}$	1
$\frac{n(n-1)}{2}$	2	$b^2 - 4ac$	1
π	2	\int	1
+	1	pvq	1
-	1	EBOB	1
Σ	1	EKOK	1
$2\pi r$	1	Formül	1
πr^2	1	Toplam sembolü	1
$f(x)$	1		
Toplam Frekans			25

Tablo 7’de sunulan farklı cevap kelimelerin sayısı 19, toplam frekansı da 25’tir. En sık kullanılan cevap kelimeler “x, y ve z” ile “x” cevaplarıdır. “Okul ve okul dışı hayat” kategorisine ait cevap kelimeler ve frekansları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8*“Okul ve Okul Dışı Hayat” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları*

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Zor	5	Düzen	1
Ders	3	Fizik	1
Öğretmen/Öğretim elemanı	3	Futbol	1
Sınav	2	Kolay	1

Bilim	1	Okul	1
Doğanın dili	1	Oyun	1
Düşünce yapısı	1	Uzay	1
Düşünmek	1		
Toplam Frekans			24

Tablo 8’den görüldüğü gibi katılımcılar bu kategoride 15 farklı cevap kelime üretmiş olup bu kelimeleri 24 defa yazmışlardır. Bu kategoride en sık kullanılan cevap kelimeler “zor”, “ders” ve “öğretmen/öğretim elemanı” kelimeleridir. “Ünlü bilim insanları” kategorisine ait cevap kelimeler ve frekansları Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9

“Ünlü Bilim İnsanları” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Pisagor	8	Thales	2
Harezmi	5	Öklid	1
Cahit Arf	2	Tesla	1
Gauss	2		
Toplam Frekans			21

Tablo 9’dan görüldüğü gibi bu kategoride 7 farklı cevap kelime toplamda 21 defa kullanılmıştır. En sık kullanılan kelimeler “Pisagor” ve “Harezmi” kelimeleridir. Tablo 10’da “Ticari Matematik” kategorisine ait cevap kelimeler ve frekansları sunulmuştur.

Tablo 10

“Ticari Matematik” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Yüzde	3	Kâr marjı	1
Ekonomi	1	Kredi	1
Enflasyon	1	Para	1
Faiz	1	Zarar	1
Kâr	1		
Toplam Frekans			11

Tablo 10’dan görüldüğü bu kategoride 9 farklı cevap kelime toplamda 11 kez yazılmıştır. En sık yazılan cevap kelime olan “yüzde” kelimesi dışındaki tüm kelimeler bir defa yazılmıştır. “Bilgisayar” kategorisine ait cevap kelimeler ve frekansları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

“Bilgisayar” Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Algoritma	3	İnovasyon	1
İkili sayı sistemi	2	Kod	1
0 ve 1	1	Teknoloji	1
Bilgisayar	1		
Toplam Frekans			10

Tablo 11'den görüldüğü gibi "bilgisayar" kategorisinde 7 farklı cevap kelime toplamda 10 defa yazılmıştır. "Algoritma" ve "ikili sayı sistemi" cevap kelimeleri diğer kelimelerden daha sık yazılmıştır. Son kategori olan "veri, olasılık ve istatistik" kategorisine ait cevap kelimeler ve frekansları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

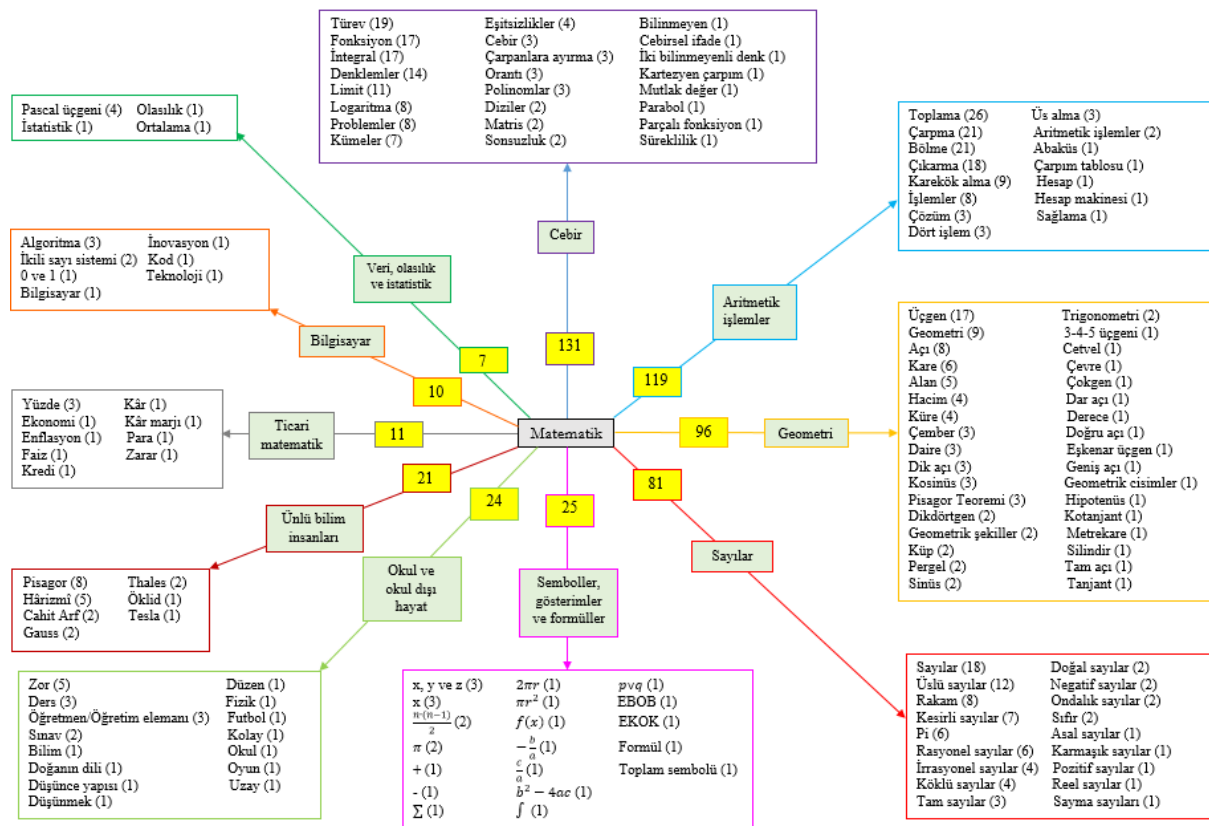
"Veri, Olasılık ve İstatistik" Kategorisini Oluşturan Cevap Kelimeler ve Frekansları

Cevap Kelimeler	Frekans	Cevap Kelimeler	Frekans
Pascal üçgeni	4	Olasılık	1
İstatistik	1	Ortalama	1
Toplam Frekans			7

Tablo 12'den görüldüğü gibi bu kategoride 4 farklı cevap kelime 7 kez yazılmıştır. "Pascal üçgeni" cevap kelimesi diğerlerinden daha sık yazılmıştır. "Matematik" anahtar kavramına ilişkin katılımcıların bilişsel yapılarını ortaya koymak için çizilen kavram ağı Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1

Katılımcıların "Matematik" Anahtar Kavramına İlişkin Kavram Ağı



Şekil 1'de katılımcıların "matematik" anahtar kavramına ilişkin yazdıkları cevap kelimeler, bu kelimelerin oluşturdukları kategoriler ve frekansları görülmektedir. Bu kavram ağı 56 katılımcının "matematik" kavramına ilişkin yazmış oldukları 152'si farklı olmak üzere 525 cevap kelimeyi ve bu cevap kelimelerinin oluşturduğu 10 kategoriye açıkça göstermektedir. Şekil 2'de katılımcıların "matematik" anahtar kavramına ilişkin yazdıkları cevap kelimelerinin kelime bulutu oluşturulmuştur.

Kavak'ın (2016) çalışmalarında ise katılımcıların matematiği sıklıkla sayılar ve işlemler olarak gördükleri saptanmıştır. Tüm sınıf düzeyleri toplamında ortaöğretim matematik dersi öğretim programında sayılar ve cebir öğrenme alanına diğer öğrenme alanlarından daha fazla ağırlık verilmiş olması (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a) "cebir" ve "sayılar" kategorilerinin frekanslarının yüksek olmasına sebep olmuş olabilir. Benzer şekilde ilköğretim matematik dersi öğretim programında da sayılar ve işlemler öğrenme alanına tüm sınıf düzeylerinde yer verilmiş (MEB, 2018b) olması "aritmetik işlemler" ve "sayılar" kategorilerinin frekansının yüksek olmasına sebep olmuş olabilir. Geometri öğrenme alanına ise hem ilköğretim hem de ortaöğretim matematik dersi öğretim programlarında önemli düzeyde yer verilmiş (MEB, 2013, 2018a, 2018b) olması "geometri" kategorisinin frekansına etki etmiş olabilir. Hem ilköğretim programında hem de ortaöğretim programında (MEB, 2013, 2018a, 2018b) sıkça yer alan ve katılımcıların öğrenim hayatlarında daha sık karşılaşmış ve daha çok tekrar ettikleri konular onların bilişsel yapılarına daha iyi yerleşmiş olabilir.

"Cebir" kategorisinde en sık yazılan cevap kelimeler "türev", "fonksiyon" ve "integral" kelimeleridir. Benzer şekilde "Türev" ve "integral" cevap kelimeleri Hacıoğlu, Yamak ve Kavak'ın (2016) çalışmasında da katılımcıların "matematik" anahtar kavramıyla ilgili en sık yazdıkları cevap kelimeler içerisinde "Aritmetik işlemler" kategorisinde dört işlemi ifade eden "toplama", "çarpma", "bölme" ve "çıkarma" kelimeleri frekansı en yüksek kelimelerdir. "Toplama" cevap kelimesi Ünal, Akyüz ve Şahingöz'ün (2021) çalışmalarında da fen bilgisi öğretmen adaylarının "matematik" anahtar kavramına ilişkin en sık türettikleri cevap kelimeler arasındadır. "Geometri" kategorisinde ise "üçgen", "geometri" ve "açı" cevap kelimeleri en sık yazılan kelimelerdir. Erdoğan'ın (2017a) çalışmasında da katılımcıların "geometri" kavramına ilişkin verdikleri cevap kelimeler içinde "üçgen" ve "açı" kelimeleri frekansı en yüksek olan kelimelerdendir. "Geometri" cevap kelimesi ise Ünal, Akyüz ve Şahingöz'ün (2021) çalışmasında sık yazılan cevap kelimeler içerisinde "Sayılar" kategorisinde ise "sayılar", "üslü sayılar" ve "rakam" cevap kelimeleri sırasıyla en sık yazılan kelimelerdir. Ünal, Akyüz ve Şahingöz'ün (2021) çalışmalarında da matematik öğretmen adaylarının "matematik" anahtar kavramına ilişkin en sık türettikleri cevap kelime "sayılar" kelimesidir. Yine Hacıoğlu, Yamak ve Kavak'ın (2016) çalışmasında da "sayı" cevap kelimesi frekansı en yüksek cevap kelimeler arasındadır.

Katılımcıların verdiği cevap kelimelerin oluşturduğu kategorilerden bir diğeri "semboller, gösterimler ve formüller" kategorisidir. Matematik dersi ortaöğretim programında terimler ve kavramlarla birlikte sembol ve gösterimlere de yer verilmiş olması ve matematiği formüller yardımıyla sunmanın programda değinilen matematiksel yetkinliklerden biri olması (MEB, 2018a) bu kategoriyi oluşturan sebeplerden biri olabilir. Ayrıca matematiğin sembolik bir dilde yazılmış olması (Kharde, 2016) ve matematikte formüllerin sıkça kullanılması önemli sebepler arasında sayılabilir. Bu kategoride katılımcıların en sık yazdığı cevap kelimeler x , y ve z gibi harfli sembollerdir. Bu sembollerin özellikle cebire girişle birlikte sıklıkla kullanılan semboller olması bu sonuca sebebiyet vermiş olabilir.

Katılımcıların verdiği cevap kelimelerin oluşturduğu başka bir kategoride "okul ve okul dışı hayat" kategorisinde cevap kelimelerin daha çoğu okul ile ilgili kelimelerdir. Bu kategoride "matematik" kavramı katılımcılarda daha sıklıkla zor kelimesini çağrıştırmıştır. Bu sonuçla uyumlu olacak şekilde literatürdeki çalışmaların sonuçlarına göre katılımcıların matematiğe yönelik algıları, onun genellikle zor olduğu yönündedir (Latterell ve Wilson, 2016; Thibodi, 2017). Bu kategorideki cevap kelimelerden bazıları okul dışı hayatla ilişkilendirilse de bu cevap kelimelerin frekansları çok sınırlı sayıda kalmıştır. Buradan katılımcıların matematik kavramı ile gerçek hayatı ilişkilendirmelerinin sınırlı olduğu sonucuna varılabilir. Bu sonuçla uyumlu olacak şekilde Erdoğan'ın (2017b) çalışması da katılımcıların matematiksel kavramları gerçek hayatla ilişkilendirmelerinin yeterli düzeyde olmadığını ortaya koymuştur. Hacıoğlu ve arkadaşlarının (2016) çalışmasında ise matematiği gerçek hayatla ilişkilendiren katılımcıya rastlanmamıştır. Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında hem gerçek hayat durumlarına hem de gerçek hayat problemlerine sıkça yer verilmesine (MEB, 2018a) rağmen katılımcıların bu konudaki sınırlılıklarının nedenleri ileriki çalışmalarda araştırılabilir.

Katılımcıların verdiği cevap kelimelerin oluşturduğu diğer bir kategoride “ünlü bilim insanları” kategorisidir. Bu kategoride en fazla frekansa sahip bilim insanlarının “Pisagor” ve “Harezmi” olduğu saptanmıştır. İlköğretim ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programlarında yer verilen Pisagor Teoremi (MEB, 2013, 2018a, 2018b) kendi adıyla anılan Pisagor’u ilk akla getiren sebeplerden biri olabilir. Pisagor teoreminin kökleri her ne kadar geometride olsa da birçok bilim alanında kendine yer bulmuş olması (Maor, 2019) bu sonucun güçlü sebeplerinden olabilir. Matematik dersi ortaöğretim programında ikinci dereceden bir bilinmeyenli denklemlerin tarihsel sürecinde Harezmi’nin çalışmalarına yer verilmiş olması (MEB, 2018a), Harezmi’nin bu kategoride en sık çağrışım yapan bilim insanlarından olmasına sebep olmuş olabilir.

Frekansı düşük olan diğer kategoriler “bilgisayar”, “ticari matematik” ve “veri, olasılık ve istatistik” kategorileridir. Katılımcıların öğrenim gördükleri programın “bilgisayar” kategorisini ortaya çıkaran sebep olması muhtemeldir. Ancak bu kategorinin frekansının düşük olması ilgi çekici olarak düşünülebilir. Katılımcıların bilgisayar programcılığı birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerden oluşması bu sonuca sebep olmuş olabilir. İkinci sınıf öğrencileri ile ilgili benzer bir çalışma yapıp sonuçlarının karşılaştırılması faydalı olabilir. Öğrenim görülen sınıf düzeyi ile bu kategorinin frekansı arasında bir ilişki olup olmadığı ayrı bir araştırma konusu olarak düşünülebilir. Programlama dillerinin özünü oluşturan “algoritma” ve bilgisayarların kullandığı sayı sistemi olan ve 0 ve 1 rakamlarından oluşan “ikili sayı sistemi” bu kategoride öne çıkan cevap kelimelerdir. En düşük frekansa sahip kategori ise “veri, olasılık ve istatistik” kategorisidir. Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında veri, sayma ve olasılık öğrenme alanına cebir ve geometri öğrenme alanlarından daha az yer ayrılması (MEB, 2018a) bu kategorinin en düşük frekansa sahip olmasına sebep olmuş olabilir.

Bu çalışmanın sadece bir devlet üniversitesine bağlı bir meslek yüksekokulunun bilgisayar programcılığı programında öğrenimlerine devam eden öğrencilerle yapılmış olması araştırmanın sınırlılıklarından birisidir. İleriki çalışmalarda farklı üniversitelerden daha geniş katılımcılarla çalışılması önerilebilir. Ayrıca bu çalışmanın verileri sadece kelime ilişkilendirme testi ile toplanılmıştır. Bu bağlamda katılımcıların matematik kavramıyla ilgili bilişsel yapılarının daha derinlemesine incelenmesi için farklı veri toplama araçlarının bir arada kullanılması önerilebilir. Ayrıca öğretmenler veya öğretim elemanları dönem başında ve dönem sonunda öğrencilerin “matematik” kavramına ilişkin kavramsal ağlarını karşılaştırarak kavramsal değişimlerini gözlemleyebilirler. Çünkü kelime ilişkilendirme testleri kavramsal ağları ortaya çıkardığı gibi kavramsal değişimleri saptamada da etkili bir araçtır (Bahar, 2003; Bahar ve Özatlı, 2003; Cardellini ve Bahar, 2000; Ercan, Taşdere ve Ercan, 2010; Shavelson, 1972, 1974; Özatlı ve Bahar, 2010). Bunlara ilaveten araştırmacılar bu yolla kontrol ve deney gruplarında kendi öğretim tasarımlarının, uygulamalarının, öğretim yöntem ve tekniklerinin faydalılığını matematik konuları üzerinde araştırabilirler. Bu sayede öğretim tasarımlarını değerlendirebilirler ve iyi tasarlanmış öğretim tasarımları geliştirebilirler. Çünkü farklı alanlarda kelime ilişkilendirme testi ile yapılan araştırmalar, öğretim tasarımlarının deney grubu lehine sonuçlarını ortaya koymuştur (Bostan-Sarıoğlu ve Çelik, 2021; Özatlı ve Bahar, 2010). Son olarak araştırmanın sonuçları doğrultusunda ileriki çalışmalarda öğrencilerin “matematik” kavramına ilişkin bilişsel yapılarını sınırlayan faktörlerin incelenmesi önerilebilir.

Kaynakça

- Akkoç, H. (2008). Pre-service mathematics teachers' concept images of radian. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39(7), 857-878. <https://dx.doi.org/10.1080/00207390802054458>
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.

- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141. <http://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655653>
- Bahar, M., & Özatlı, N. S. (2003). Kelime iletişim test yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 75-85. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/baunfbed/issue/24783/261831> adresinden 20.04.2022 tarihinde erişildi.
- Baldwin, D., Walker, H. M., & Henderson, P. B. (2013). The roles of mathematics in computer science. *Acm Inroads*, 4(4), 74-80. <https://doi.org/10.1145/2537753.2537777>
- Benibil, O., & Erdoğan, A. (2016a, Kasım). Matematik öğretmen adaylarının istatistik kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının incelenmesi. In *Proceedings of the I. International Academic Research Congress (INES)*, (pp. 2593-2600). Side, Antalya, Türkiye.
- Benibil, O., & Erdoğan, A. (2016b, Kasım). Matematik öğretmen adaylarının olasılık kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının incelenmesi. In *Proceedings of the I. International Academic Research Congress (INES)*, (pp. 2601-2608). Side, Antalya, Türkiye.
- Bostan-Sarioğlan, A., & Çelik, A. (2021). Sorgulamaya dayalı öğrenmenin ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin fikirleri üzerine etkisinin kelime ilişkilendirme testi kullanılarak belirlenmesi. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi)*, 5(2), 138-159. <https://doi.org/10.46328/bestdergi.55>
- Cardellini, L., & Bahar, M. (2000). Monitoring the learning of chemistry through word association tests. *Australian Chemistry Resource Book*, 19, 59-69.
- Carley, K. (1986). An approach for relating social structure to cognitive structure. *Journal of Mathematical Sociology*, 12(2), 137-189. <https://doi.org/10.1080/0022250x.1986.9990010>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çelik, D., & Akşan, E. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının sonsuzluk, belirsizlik ve tanımsızlık kavramlarına ilişkin anlamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 166-190. <https://doi.org/10.12973/nefmed158>
- Çetin, H. (2020). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının kesir kavramına ilişkin tanımlarının incelenmesi. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 1(3), 172-185. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejte/issue/59069/795482> adresinden 10.05.2022 tarihinde erişildi.
- Dandan, S., & Zezhong, Y. (2017). Research on the organizational characteristics of good high school students' mathematical cognitive structure based on the network block-modeling analysis. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 7(2), 1-14. <http://doi.org/10.5539/jedp.v7n2p14>
- Deese, J. (1962). On the structure of associative meaning. *Psychological Review*, 69(3), 161-175. <https://doi.org/10.1037/h0045842>
- Dijkstra, E. W. (1974). Programming as a discipline of mathematical nature. *The American Mathematical Monthly*, 81(6), 608-612. <https://doi.org/10.2307/2319209>
- Erbağcı, N., & Kaf, Ö. (2020). Düşünme becerileri kavramları bağlamında ilkökul ders kitaplarının ve öğrencilerin bilişsel yapılarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(204), 383-399. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2020.8817>
- Ercan, F., Taşdere, A., & Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 136-154.
- Erdoğan, A. (2017a). Examining pre-service mathematics teachers' conceptual structures about "geometry". *Journal of Education and Practice*, 8(27), 65-74. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED578031.pdf> adresinden 17.03.2022 tarihinde erişildi.
- Erdoğan, A. (2017b). Investigation of mathematics teacher candidates' conceptual structures about "measurement" through word association test: The example of Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 5(12), 162-173. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i12.2733>

- Eren, F. (2012). *İlköğretim öğrencilerinin bilişim teknolojileri algılarının kelime ilişkilendirme testi kullanılarak incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Geeslin, W. E., & Shavelson, R. J. (1975). Comparison of content structure and cognitive structure in high school students' learning of probability. *Journal for Research in Mathematics Education*, 6(2), 109-120. <https://doi.org/10.2307/748612>
- Gökbaş, H., & Erdoğan, A. (2016). Matematik öğretmen adaylarının fonksiyon hakkındaki kavramsal yapıları. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(3), 208-217. http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/20.hasan_gokbas.pdf adresinden 14.03.2022 tarihinde erişildi.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Pre-service science teachers' cognitive structures regarding science, technology, engineering, mathematics (STEM) and science education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Special Issue), 88-102. <https://doi.org/10.12973/tused.10173a>
- Heimerl, F., Lohmann, S., Lange, S., & Ertl, T. (2014, January). Word cloud explorer: Text analytics based on word clouds. In *The 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '14)*, (pp. 1833-1842). Waikoloa, HI, USA. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.231>
- Herl, H. E., Baker, E. L., & Niemi, D. (1996). Construct validation of an approach to modeling cognitive structure of US history knowledge. *The Journal of Educational Research*, 89(4), 206-218. <https://www.jstor.org/stable/27542036> adresinden 20.12.2021 tarihinde erişildi.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 65-97). New York: Mcmillan.
- Johnstone, A. H., McAlpine, E., & MacGuire, P. R. P. (1986). Branching trees and diagnostic testing. *A Journal for Further and Higher Education in Scotland*, 2, 4-7.
- Julien, H. (2008). Content analysis. In L. M. Given (Ed.), *The Sage encyclopedia of qualitative research methods* (Vol 1, pp. 120-122). Los Angeles, California: Sage Publications, Inc.
- Kelime Bulutu. (t.y.). <https://wordart.com/oorswqkwiz3r/kelime-bulutuu> adresinden 04.05.2022 tarihinde erişildi.
- Keser, S. (2017). *Matematik öğretmen adaylarının trigonometri kavramına ilişkin bilişsel yapılarının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Kharde, U. D. (2016). The symbolic language of mathematics. *The Explorer*, 1(1), 117-118.
- Latterell, C., & Wilson, J. (2016). Math is like a lion hunting a sleeping gazelle: Preservice elementary teachers' metaphors of mathematics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(3), 283-292. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1107832> adresinden 15.10.2020 tarihinde erişildi.
- Maor, E. (2019). *The Pythagorean theorem: A 4,000-year history* (Vol. 65). Princeton, New Jersey, UK: Princeton University Press.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Talim Terbiye Başkanlığı Yayınları. <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 01.07.2016 tarihinde erişildi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018a). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Talim Terbiye Başkanlığı Yayınları. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=343> adresinden 27.01.2019 tarihinde erişildi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018b). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1,2,3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Talim Terbiye Başkanlığı Yayınları. <https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329> adresinden 27.01.2019 tarihinde erişildi.

- Novak, J. D., Gowin D. B., & Johansen, G. T. (1983). The use concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670511>
- Önal, N. (2017). Bilişim teknolojileri öğretmen adaylarının bölümlerine yönelik bilişsel algılarının kit aracılığıyla incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(2), 255-272. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/59416/853266> adresinden 25.11.2021 tarihinde erişildi.
- Özatlı, N. S., & Bahar, M. (2010). Öğrencilerin boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 9-26. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aibuefd/issue/1499/18134> adresinden 10.05.2022 tarihinde erişildi.
- Özenç-Uçak N., & Olşen-Güzeldere, Ş. (2006). Bilişsel yapının ve işlemlerin bilgi arama davranışı üzerine etkisi. *Türk Kütüphaneciliği*, 20(1), 7-28. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tk/issue/48943/624303> adresinden 18.03.2021 tarihinde erişildi.
- Özkızılcık, M. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM'e yönelik bilişsel yapılarının problem çözme becerilerinin ve FeTeMM öğretimi yönelimlerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.
- Özmantar, M. F., Bingölbali, E., & Akkoç, H. (2010). *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Patton, M. Q. (2001). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). Saint Paul, MN: Sage Publications.
- Piaget, J. (1929). *The child's conception of the world*. New York: Harcourt, Brace.
- Sauter, V. L. (1986). Predicting computer programming skill. *Computers & Education*, 10(2), 299-302. [https://doi.org/10.1016/0360-1315\(86\)90031-X](https://doi.org/10.1016/0360-1315(86)90031-X)
- Shavelson, R. J. (1972). Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of Educational Psychology*, 63(3), 225-234. <https://doi.org/10.1037/h0032652>
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.3660110307>
- Shaw, M., Kandel, A., & Werth, J. (1984). The role of mathematics in computer science education. *Proceedings of the Fifteenth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, pp. 82. <https://doi.org/10.1145/800039.808627>
- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.
- Sun, D. D., & Yang, Z. Z. (2015, June). Study on content and organization of mathematical cognitive structure in Mainland China. In N. Xin, A. Guanglei, & K. El-Hami (Eds.), *Proceedings of the 2015 International Conference on Management, Education, Information and Control* (pp. 1622-1626). Paris: Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/meici-15.2015.283>
- Szydlik, J. E. (2000). Mathematical beliefs and conceptual understanding of the limit of a function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 258-276. <https://doi.org/10.2307/749807>
- Tall, D. (1989). Concept images, generic organizations, computers, and curriculum change. *For the Learning of Mathematics*, 9(3), 37-42. <https://eric.ed.gov/?id=EJ407539> adresinden 17.03.2021 tarihinde erişildi.
- Tall, D., & Razali, M. R. (1993). Diagnosing students' difficulties in learning mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 24(2), 209-222. <https://doi.org/10.1080/0020739930240206>
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169. <https://doi.org/10.1007/BF00305619>

- Thibodi, O. (2017). Metaphors for learning mathematics: An interpretation based on learners' responses to an exploratory questionnaire on mathematics and learning. *International Journal of Secondary Education*, 5(6), 70-74. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ijsedu.20170506.11>
- Turan, S. B., & Erdoğan, A. (2016). Matematik öğretmen adaylarının süreklilik ile ilgili kavramsal yapıları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 194-207. http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/19.selva_busra_turan.pdf adresinden 18.03.2022 tarihinde erişildi.
- Turan, S. B., & Erdoğan, A. (2017). Matematik öğretmen adaylarının limit ile ilgili kavramsal yapılarının incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 397-410. http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/34.selva_busra_turan.pdf adresinden 18.03.2022 tarihinde erişildi.
- Ural, A. (2020). Examining prospective mathematics teachers' conceptual structure regarding the concept of integral. *Journal of Educational Issues*, 6(1), 372-382. <https://doi.org/10.5296/jei.v6i1.17115>
- Ünal, A., Akyüz, H. İ., & Şahingöz, S. (2021). Öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamalarına ilişkin bilişsel algıları. *Online Journal of Mathematics, Science and Technology Education (OJOMSTE)*, 2(1),19-41. <https://www.ojomste.com/index.php/1/article/view/14/22> adresinden 19.03.2022 tarihinde erişildi.
- Yang, Z., Zhang, Y., Wang, K., & Zhu, M. (2018). Connecting with fundamental mathematical knowledge directly: The organizational features of good mathematical cognitive structure. *Frontiers in Psychology*, 9, 2267. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02267>
- Yang, Z., Zhu, M., Qu, Z., & Zhang, Y. (2018). Research on organization of mathematics knowledge in good mathematical cognitive structure. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 291-302. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78242>
- Yenilmez, K., & Demirhan, H. (2013). Altıncı sınıf öğrencilerinin bazı temel matematik kavramları anlama düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2013), 275-292. <https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/47944/606586> adresinden 10.05.2022 tarihinde erişildi.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. baskı). Ankara: Seçkin Yayınevi.

Not: Bu çalışmanın tüm süreçleri etik ilke ve kurallara riayet edilerek yürütülmüştür. Kırklareli Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurulu'nun 28.04.2022 tarih ve E-35523585-302.99-47346 sayılı kararıyla bu çalışmanın etik açıdan sakınca içermediğine karar verilmiştir. Ayrıca araştırmanın yapıldığı kurum 23.02.2022 tarih ve E-57145752-929-41613 sayılı kararıyla bu araştırma için veri toplama izni vermiştir.