



A Study on Engineering Students' Concept Images: What is a Function?*

İlyas YAVUZ^{1**}, Tuğba HANGÜL²

^{1,2} Marmara University, Ataturk Education Faculty, Turkey

ARTICLE INFO

Article History:

Received
10.05.2016
Received in revised
form 11.12.2016
Accepted
14.12.2016
Available online
30.12.2016

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify undergraduates' perceptions towards concept of function by identifying their concept images about functions. To do this, an open ended questionnaire linked to the function concept was applied to 77 first year students at a university during the fall semester of the 2013-2014 academic year. In this paper, only results of the analysis of students' answers to one question is presented. Answers of students are analyzed with content analysis. According to the answers given by the students, the images they have formed in their minds about the concept of function are collected under 10 different categories. The results of this study revealed that students have some erroneous perceptions about concept of function. In addition, it was seen that students used different metaphors about concept of function such as a machine, a mechanism of operation, a set of rules, a relationship, a matching, an equation etc. Moreover, they gave several examples from everyday life about this concept. Finally, the conclusions reached in this study were in concordance with the findings of the existing literature.

© 2016 AUJES. All rights reserved

Keywords:

Function, concept image, engineering students, undergraduates, maths teaching.

Extended Abstract

Purpose

There are many definitions about concept of function in the literature, but mathematical meaning of the concept of function is generally grouped under 3 different topics;

According to the first approach, function is a relationship between two variables, so it is believed that when we change independent variable, dependent variable will change, too.

Another approach which is developed for the concept of function is that it is a relation. According to this approach a function is a correspondence between two nonempty sets that assigns to every element in the first set (the domain) exactly one element in the second set (the codomain).

* This study was presented in the 11th National Science and Mathematics Education Congress in Çukurova University.

**Corresponding author's address: Marmara University, Ataturk Education Faculty, Department of Mathematics Education, Istanbul, Turkey.

Finally at present days of textbooks, a combination of these two ideas is being used: Function is expressed as a form of a dynamic process that transforms inputs into outputs.

Many researches about functions and concept of function have been done until now. And from this point of view, it has been expressed that it is very important to reveal the concept images of functions of students. There are lots of researches in the literature about concept images of functions of students but only a few of them are conducted with undergraduates. In this context, it is expected to express undergraduates' perceptions towards concept of function by identifying their concept images of functions.

In this research we try to find answer to this question:

1. What are undergraduates' perceptions about concept images of functions?

Research Methodology

This research is a qualitative study that aims to express undergraduates' perceptions towards concept images of functions.

Working Group

This study was conducted with 77 first graders at a university in İstanbul during the fall semester of the 2013-2014 academic year.

Data Collection

In this research, an open ended questionnaire which had seven questions linked to the concept of function was prepared. In the process of preparation of this questionnaire, a literature review had done and also a list which had a lot of questions about functions had created. Then, seven of these questions were selected by the opinion of experts and the questionnaire was ready for using. One of these questions was used in this study because just this question was directly about concept images of functions. This question is as follow:

“What is a function? Explain. Give some examples from your daily life, please.”

Data Analysis

Answers of the students to this question were analyzed using content analysis. In accordance with answers of the undergraduates', the main themes were identified and then answers were compared with the other answers to create the common categories.

Findings

According to the findings of the study, undergraduates' concept images of functions are introduced under ten topics; namely, machine, mechanism of operation, transform, system, rule, description of an address, provision of being a function, correlation/coupling, causal relationship, cluster, term, graphic, equation. And also errors of students related to functions has been remarked in this study. As seen from findings, undergraduates have lack of knowledge or misunderstandings towards concept of function.

Results and Conclusion

In this study undergraduates' concept images of functions are introduced under ten topics; namely, machine, mechanism of operation, transform, system, rule, description of an address, provision of being a function, correlation/coupling, causal relationship, cluster, term, graphic, equation. This findings are in accordance with Vinner & Dreyfus (1989) and Sierpinska (1992).

Also it was found that students made mistakes about concept of function on account of misunderstandings or lack of knowledge. These findings are in accordance with Özkaya and İşleyen (2010)'s results. This situation can be interpreted as students have lack of conceptual understanding about concept of function. In addition, as a result of focusing on procedural knowledge rather than conceptual knowledge, underlying thought beyond mathematical rules and formulas is not understood by students (Bayazit, 2010).

The other type of mistakes revealed in this study were in the form of not being able to transit from one representation to another one. These results are consistent with the findings of Even (1998). In his study, Even (1998) found that students had difficulties when they were establishing connections between different representations of functions.



Mühendislik Öğrencilerinin Kavram İmajları Üzerine Bir Çalışma: Fonksiyon Nedir?*

İlyas YAVUZ^{1**}, Tuğba HANGÜL²

^{1,2}Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Matematik Öğretmenliği ABD.

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihçesi:
Alındı 10.05.2016
Düzeltilmiş hali
alındı 11.12.2016
Kabul edildi
14.12.2016
Çevrimiçi
yayınlandı
30.12.2016

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, lisans öğrencilerinin fonksiyon kavramına yönelik kavram imajlarını belirleyip bu kavrama ilişkin algılarını tespit etmektir. Bunu yapabilmek için, 2013-2014 eğitim-öğretim yılının güz döneminde bir üniversitenin 1. sınıfında öğrenim gören 77 öğrenciye açık uçlu sorulardan oluşan bir yazılı anket uygulanmıştır. Bu makale çerçevesinde konu ile doğrudan ilişkili olan 1 soruya öğrencilerin verdikleri cevapların analizine yer verilmiştir. Öğrenci cevapları içerik analiziyle çözümlenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda fonksiyon kavramına yönelik zihinlerinde oluşturdukları imajlar 10 farklı kategori altında toplanmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, öğrencilerin fonksiyon kavramına yönelik bazı yanlış algılamalarının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin fonksiyon kavramı için makine, işlem mekanizması, kurallar bütünü, bağıntı, eşleştirme, orantı vs. gibi farklı benzetmeler kullandıkları ve bu kavrama yönelik günlük hayattan çeşitli örnekler verebildikleri görülmüştür.

© 2016 AUJES. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler:

Fonksiyon, kavram imajı, lisans öğrencileri, matematik öğretimi, mühendislik öğrencileri

Giriş

Fonksiyon kavramı matematiğin birçok konusunda görülmekte ve konular arasında bağlantı kurmanın tutarlı bir yolu olarak ifade edilmektedir (NCTM, 2011). Böylelikle bu kavram matematik alanındaki en önemli kavramlardan birisi olarak kabul edilmektedir. Nasıl ki nokta, doğru ve düzlem kavramları Öklid Geometrisi'nin temelini oluşturuyorsa fonksiyon ve türev kavramları da eski çağlardan günümüze kadar geçen süreçte matematiğin merkezini oluşturmuştur (Ponte, 1992). İlk olarak Lise Matematik Öğretim Programı'nın 9. sınıf düzeyinde verilen ve diğer sınıf düzeylerinde de yer alan fonksiyon kavramıyla ilgili birçok kavram ilk ve ortaokul yıllarında öğrencilere

*Bu çalışma 2014 yılında Çukurova Üniversitesi'nde düzenlenen 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

**Sorumlu yazarın adresi: Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

verilmektedir. İlk ve ortaokul seviyesinde toplama gibi temel aritmetiksel işlemlerin fonksiyon mantığına dayandığı görülmektedir; çünkü toplama işleminde Reel sayılar kümesinden alınan iki eleman işleminden sonra yine Reel sayılar kümesindeki bir elemanla eşleşmektedir. Bunun yanı sıra simetri ekseninin bir fonksiyon gibi dönüştürme yapması ve bir bölgedeki nesneyi başka bir bölgeye transfer etmesiyle simetri kavramının da fonksiyon düşüncesini içerdiği söylenebilir (Bayazit ve Aksoy, 2013a). Lise öğrenimleri süresince öğrenciler biri açık diğeri örtük olmak üzere iki farklı fonksiyon düşüncesiyle karşılaşmaktadırlar. Lise matematik ders kitaplarında açıkça ortaya konan düşünceye göre fonksiyon iki kümenin elemanları arasında eşleme yapan bir çeşit bağıntıdır. Örtük bir şekilde ders kitaplarında geçen anlayışa göre de fonksiyon, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkidir (Bayazit, 2010). Lisans düzeyine gelindiğinde de özellikle mühendislik, bilişim ve matematikle alakalı birçok programda fonksiyon kavramı analiz, genel matematik ve benzer birçok dersin temel düşüncesini oluşturmaktadır. Bu bağlamda lisans düzeyinde önem arz etmektedir.

Fonksiyon kavramına ilişkin mevcut algı türleri 3 farklı başlık altında toplanabilmektedir. Kavramla alakalı ilk algı türü, fonksiyonun bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki bir ilişki olduğu düşüncesini içerir. Ayrıca bu ilişkinin tek yönlü olduğu vurgulanır. İkincisi de küme kavramı üzerine inşa edilmiş olup tanım kümesindeki her elemanı değer kümesindeki yalnız bir elemana eşleyen bağıntı şeklinde ifade edilmektedir. Sonuncu algı türü ise, fonksiyonun girdileri çıktılarına dönüştüren dinamik bir süreç olduğu yönündedir (Bayazit ve Aksoy, 2013b; Kleiner, 1989; Jones, 2006; Kleiner, 1993). Algı türlerinden de anlaşılacağı üzere fonksiyonların bağlantısının olduğu diğer kavramların fazlalığı ve sözel, sembolik, şekil, nümerik, grafiksel gibi farklı temsil türlerinin oluşu sebebiyle kavramın tam olarak anlaşılabilmesi için kavramın öğretimi esnasında işlemsel bilgidен ziyade kavramsal alt yapısının hazırlanması hususuna dikkat edilmelidir.

Bireyin sahip olduğu kavramsal bilginin tespiti için de kavram imajlarını ortaya çıkarıp bunların açıklamasını yapmak izlenebilecek bir yöntemdir. “Kavram imajı” düşüncesini ilk ortaya atan kişiler olan Tall ve Vinner (1981)’e göre kavram imajı, bilişsel yapının tamamını açıklamak için kişinin herhangi bir kavramla alakalı sahip olduğu bütün zihinsel şema, resim, özellikleri içerir ve kişinin yıllar boyunca edindiği tecrübeler doğrultusunda oluşur. Bu noktada akıllara şu soru gelmektedir: Bireyin bir kavramı doğru bir şekilde tanımlıyor olması zihninde kavramla alakalı doğru bir

yapılanmanın olduğunun göstergesi midir? Sorunun cevabına evet denilemeyeceği açıktır çünkü birey problem çözme sürecinde düşünürken kavramın formal tanımına bağlı kalmak yerine, zihninde yapılandığı kavram imajlarını kullanır. Bu nedenle bireyin doğru imajlara sahip olması oldukça önemlidir. Fakat çoğu zaman, bireyin sahip olduğu bu imajlar zaman içerisinde çeşitli kavram yanılgılarına dönüşebilmekte ve bireyin problemler karşısında hata yapmasına sebebiyet vermektedir (Sağlam ve diğerleri, 2012). Bu açıdan düşünecek olursak bir öğrencinin öğrenim hayatı ve kişisel tecrübeleri doğrultusunda oluşturduğu kavram imajlarını belirlemek, ilgili kavramın öğrencinin zihninde ne derece doğru yapılandırıldığı ve kavramla ilgili hangi eksik ya da yanlışların olduğunu görmek açısından önem arz etmektedir.

Literatür incelendiğinde öğrencilerin fonksiyonlara yönelik algılarını, kavram imajlarını ve kavram yanılgılarını tespit etme amaçlı yurt içi ve yurt dışında yapılmış birçok çalışma vardır (Thompson, 1994; Tall ve DeMarois, 1999; Tall ve diğerleri, 2000a; Tall ve diğerleri, 2000b; Karataş ve Güven, 2004; Akkoç, 2005; Baştürk, 2006; Ersoy, 2007; Hatisaru ve Çetinkaya, 2011; Polat ve Şahiner, 2007; Erdoğan ve diğerleri, 2012) İlgili çalışmalardan yola çıkarak lisans düzeyindeki öğrencilerin fonksiyon kavramına yönelik algılarını ve kavram imajlarını ortaya koyup yanlış algılamalara ilişkin çözüm önerilerinin getirilmesi hususuna dikkat çekilmek istenmektedir. Bu çalışmanın özellikle lisans düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirilmek istenmesinin sebebi YGS, LYS gibi önemli sınavları geçip birçok öğrenci arasından seçilen öğrencilerin durumları üzerinden bir sonuca varmaktır. Bu bağlamda yapılan bu çalışmada lisans öğrencilerinin fonksiyon kavramına yönelik kavram imajlarını ve algılarını ortaya koymak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda da aşağıdaki araştırma sorusuna yanıt aranmaya çalışılmıştır:

"Lisans öğrencilerinin fonksiyon kavramına yönelik oluşturdukları kavram imajları nelerdir?"

Yöntem

Araştırma Deseni

Yapılan bu çalışma, lisans öğrencilerinin fonksiyon kavramına yönelik kavram imajlarını ortaya koymak amaçlı gerçekleştirilmiş nitel bir araştırmadır ve durum çalışması olarak düşünülmüştür. Durum çalışması, bir olaya ilişkin olası açıklamaları yapmak ve o olayı değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilir. Bu yöntemle yapılan

çalışmalarda, genel tarama modelleriyle yapılanlara göre daha ayrıntılı ve gerçeğe yakın bilgiler elde edilir. Olayların olası nedenleri ve nasılları bu yöntemle daha kolay görülebilir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011; Karasar, 2005).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2013-2014 eğitim-öğretim yılının güz döneminde, İstanbul'daki bir devlet üniversitesinin Metalurji ve Malzeme Mühendisliği programında Genel Matematik I dersini almakta olan toplam 77, 1. sınıf lisans öğrencisi oluşturmaktadır.

Verilerin Toplanması

Araştırma için öğrencilere tek bir soru sorulmuştur. Uzman görüşü de alınarak oluşturulan bu sorunun doğrudan öğrencilerin kavram imajlarını belirlemeye yönelik bir soru olduğu düşünülmektedir. Makalede kullanılan soru aşağıda gösterilmiştir:

“Fonksiyon nedir? Açıklayınız. Kavramla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.”

Verilerin Analizi

Öğrencilerin ilgili soruya verdikleri cevaplar içerik analizi yoluyla çözümlenmiştir. Verilen cevaplar doğrultusunda da kavramla alakalı kodlar belirlenmiş ve diğer öğrencilerin verdikleri cevaplarla karşılaştırılarak ortak kategoriler oluşturulmaya çalışılmıştır (Miles & Huberman, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmanın güvenilirlik çalışması için de oluşturulan kategoriler araştırmacıların dışında ilgili alanda uzman bir kişi tarafından incelenmiş, böylelikle ortaya çıkan aykırılıklar giderilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bulgular ve Yorum

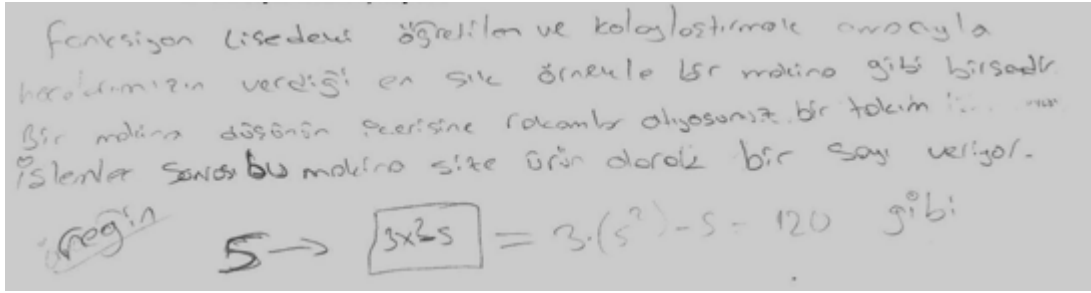
Öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda fonksiyon kavramına yönelik zihinlerinde oluşturdukları imajlar 10 farklı kategori altında toplanmıştır. Kavramla ilgili ortaya çıkan kategoriler ise şu şekildedir:

1. Makine / İşlem Mekanizması / Dönüştürme / Sistem
2. Kural
3. Adres tarifi
4. Fonksiyon olma koşulu
5. Bağlantı/ eşleştirme
6. Sebep sonuç ilişkisi

7. Küme
8. Terim
9. Grafik
10. Denklem

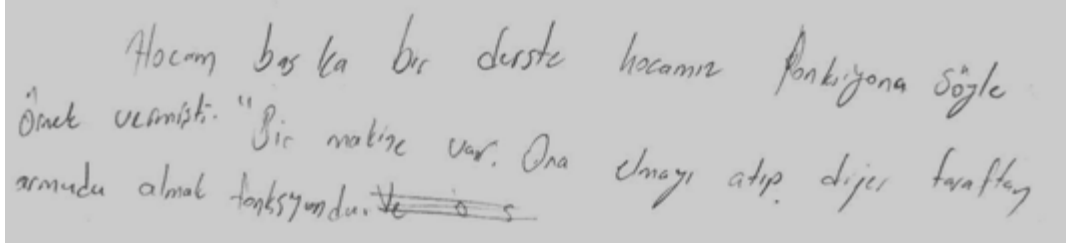
Kategori 1: Makine / İşlem Mekanizması / Dönüştürme / Sistem

Öğrencilerin cevap kağıtları incelendiğinde öğrencilerin fonksiyon kavramıyla genelde makine arasında veya bir şeyi herhangi bir şeye dönüştürme işlemiyle bağlantı kurdukları görülmüştür. Böylelikle fonksiyon deyince zihinlerinde “makine” imajının oluştuğu söylenebilir. Buna ait farklı öğrenci cevapları aşağıdaki gibidir:



Şekil 1. 59 nolu öğrencinin cevabı

59 nolu öğrencinin cevabı incelendiğinde öğrencinin fonksiyonu, sayıları başka sayılara dönüştüren bir makine olarak gördüğü; bunu da lise matematik öğretmeninin verdiği örneklere dayanarak söylediği, ayrıca öğrencinin fonksiyon için verdiği örnekte de işlem hatası yaptığı gözlemlenmiştir.



Şekil 2. 1 nolu öğrencinin cevabı

1 nolu öğrencinin verdiği cevap girdileri çıktılara dönüştüren makinenin işlevine uysa bile gerçekte böyle bir şeyin olmadığı söylenebilir. Yani öğrenci öğretmenin derste yaptığı benzetmeyi hiçbir şekilde sorgulamadan zihnine yerleştirmiş ve kavramla ilgili karşısına çıkan soruya cevabı da bu doğrultuda olmuştur. Buradan, öğretmenlerin bir kavramı anlatırken kullandıkları analogilerin, metaforların öğrencilerin

o kavramla ilgili yanlış veya eksik algılamalarına, hatta bu durumun yıllar içerisinde kavram yanlışlarına yol açabileceğini söylemek mümkündür.

Fonksiyon denilince ilk olarak bir "MAKİNE" geliyor aklıma. Varolan belirli verilerle aynı ya da farklı ürün alma işi olarak da tanımlayabiliriz. Örneğin $f(x) = x^2 + 2x + 5$ bir fonksiyondur. $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$

Şekil 3. 49 nolu öğrencinin cevabı

49 nolu öğrencinin cevabı da ilk 2 örnekteki öğrenci görüşlerine paralellik göstermenin yanı sıra onlardan farklı olarak eldeki verilerden yine aynı ürün alınabileceğini söylemiştir. Bu da çıktıların girdilerden her zaman farklı olmayabileceğinin vurgulanması açısından önemlidir. Böylelikle öğrencilerin genelinin aksine fonksiyonda çıktıların girdilerden her zaman farklı olacağı şeklinde bir sınırlı algılamasının olmadığı görülmüştür.

Tanım kümesinde yer alan her bir elemanın değer kümesinde değerlendirilmesini sağlayan işlemler mekanizmasıdır. $f: \{4, 7\} \rightarrow \{4, 7\}$ $f(x) = y$ bir ortan fonksiyondur. $f(x) = y$ fonksiyona örneklerdir.

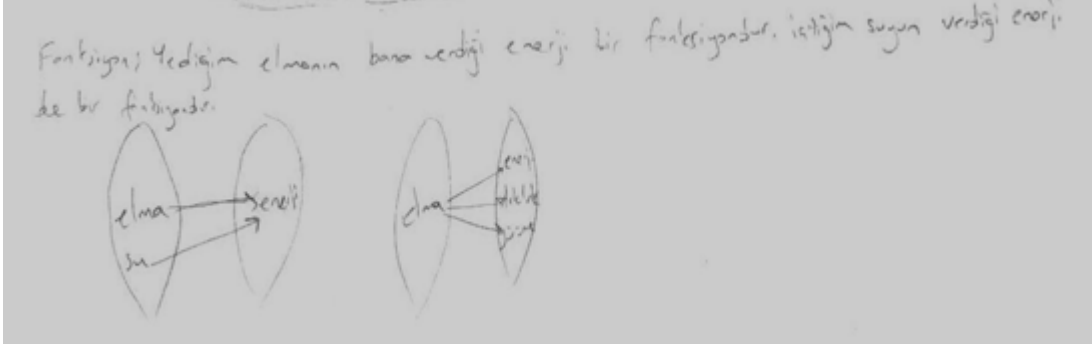
Şekil 4. 10 nolu öğrencinin cevabı

10 nolu öğrencinin cevabında da hatalı kısımlar olmasına rağmen bu öğrenci de fonksiyonu, tanım kümesindeki elemanları değer kümesindeki elemanlara dönüştüren bir işlem mekanizması şeklinde ifade etmiştir. Öğrenci ayrıca fonksiyonu farklı temsil türlerinde göstermeye çalışmıştır.

Elimizdeki en basit makine bu şekilde dengeleme işlemini bir fonksiyon ile sağlarız. $f(x) = 3x^2$
x=1 için y=3
x=2 için y=12

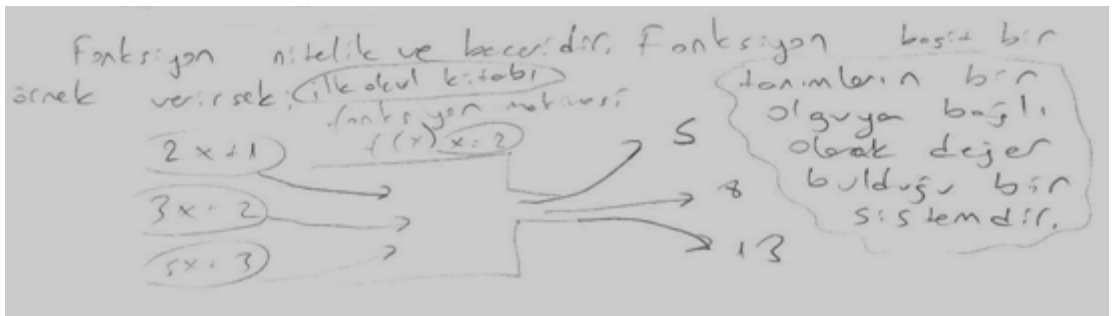
Şekil 5. 13 nolu öğrencinin cevabı

13 nolu öğrencinin cevabına bakılınca fonksiyon kavramını dönüştürme işlemiyle bağdaştırdığı, bunun için de eti kıymaya dönüştüren bir makine örneğini verdiği görülmektedir. Tüm bunlara ilaveten, fonksiyonu cebirsel gösterimden faydalanarak da ifade etmiştir.



Şekil 6. 43 nolu öğrencinin cevabı

43 nolu öğrenci de fonksiyonun işlevini besinlerin enerjiye dönüştürülmesi işlemine benzetmiştir. Fonksiyonu sözel olarak anlatırken doğru ifadeler kullanmasına karşın dediklerini şemaya aktarırken hata yaptığı gözlemlenmiştir. Birinci şekil bir fonksiyon belirtirken 2. şeklin fonksiyon olmadığı görülmektedir. Buradan şu sonuç çıkarılabilir: Soyut kavramların anlatımı esnasında birtakım analogiler ve metaforları kullanmak faydalı olsa da yapılan yanlış benzetmeler öğrencilerde tamir edilmesi zor yanlışlıkların oluşmasına zemin hazırlayabilir. Bu yüzden metaforların kullanımı esnasında dikkatli olunmalıdır. Ayrıca bu öğrencide olduğu gibi öğrencilerin genelinin farklı temsil türleri arasında geçiş yaparken düştüğü hataları en aza indirmek için fonksiyonların anlatımı esnasındaki derslerde çoklu temsillerden yararlanmak gerekmektedir.

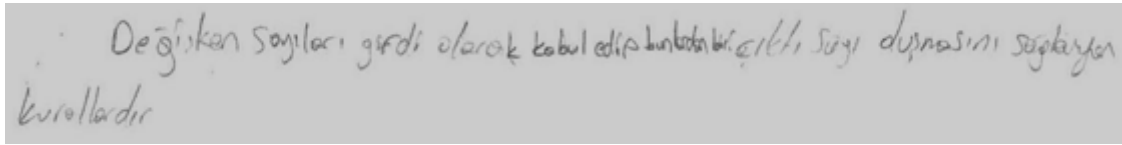


Şekil 7. 35 nolu öğrencinin cevabı

35 nolu öğrenci de fonksiyonu “Tanımların bir olguya bağlı olarak değer bulduğu bir sistem” olarak ifade etmiştir. Ayrıca fonksiyonun işlevini anlatmada kolaylık olması açısından girdileri çıktılara dönüştüren bir fonksiyon makinesi çizmiştir.

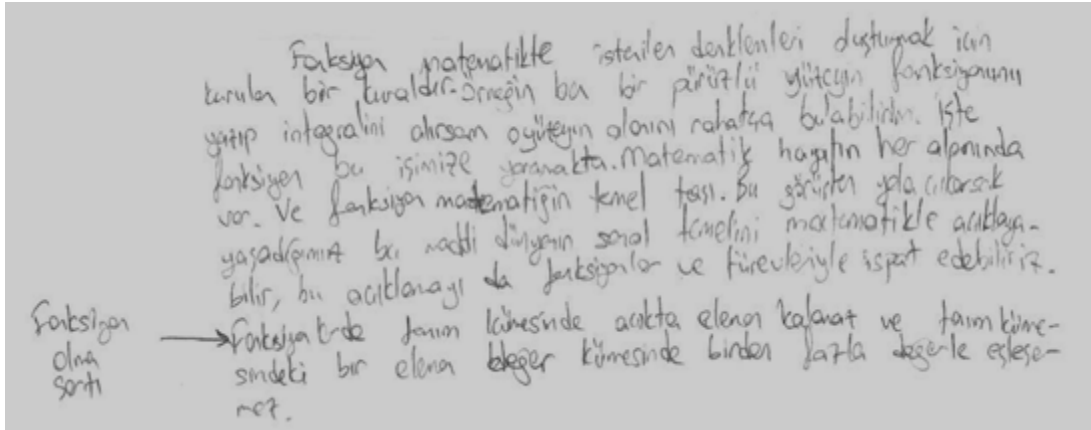
Kategori 2: Kural

Bu kategorideki öğrenciler de fonksiyonu istenilenleri elde etmek için oluşturulan kural ya da kurallar bütünü olarak ifade etmişlerdir. Buradan öğrencilerin fonksiyonları, onlardan istenilen sonuçlara ulaşmak için izledikleri kurallar ya da yaptıkları birtakım işlemler şeklinde algıladıkları görülmektedir. Bununla alakalı öğrenci cevapları aşağıda verilmiştir:



Şekil 8. 2 nolu öğrencinin cevabı

2 nolu öğrenci cevabında aslında fonksiyonlarda girdilerin çıktılara dönüştüğünü ifade etmesine rağmen, bu dönüşümün bazı kurallar neticesinde gerçekleştiğini vurgulamıştır. Bu sebeple öğrencinin fonksiyon kavramını bir kural olarak algıladığını söylemek mümkündür.

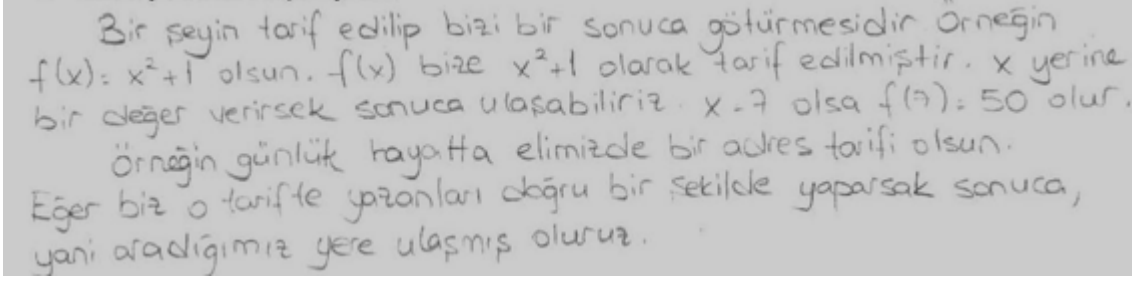


Şekil 9. 17 nolu öğrencinin cevabı

17 nolu öğrencinin cevabı da 2 nolu öğrencinin cevabına paralellik göstermektedir. Bu öğrencinin de fonksiyonu bir kural olarak gördüğü söylenebilir. Söylediklerine ilaveten öğrenci günlük hayattaki birçok hesaplamanın fonksiyonlar aracılığıyla yapıldığını belirtmiştir.

Kategori 3: Adres tarifi

Bu kategoride de öğrencinin fonksiyon kavramıyla adres tarifi arasında bir bağlantı kurduğu görülmektedir. İlgili örnek aşağıda gösterilmiştir:

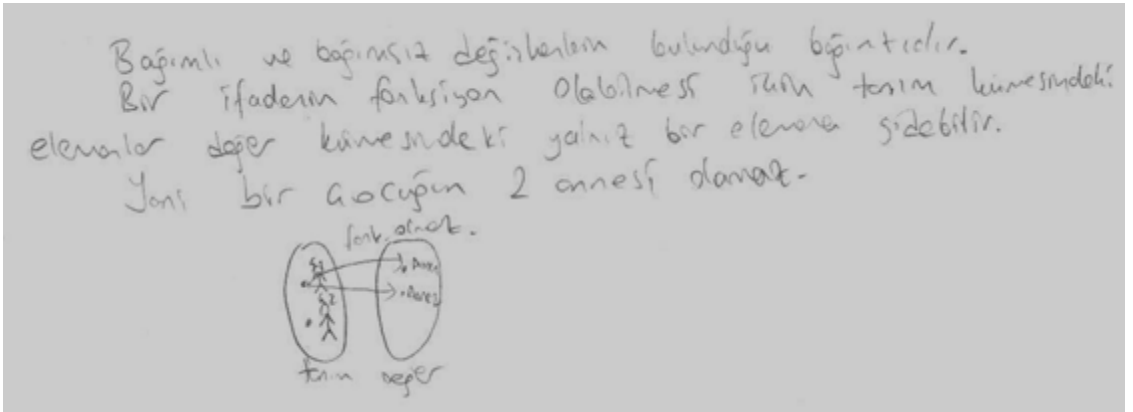


Şekil 10. 3 nolu öğrencinin cevabı

Öğrenci fonksiyonun cebirsel gösterimini adres tarifine, yapılan işlemleri adres bulmaya, işlemler neticesinde elde edilen sonucu da ulaşılacak adrese benzeterek bu kavrama yönelik algısını ortaya koymaya çalışmıştır. Böylelikle öğrenci soyut bir kavram olan fonksiyonu günlük hayatta karşılaştığı bir duruma benzeterek kavramın somutlaştırma işlemini gerçekleştirmiştir.

Kategori 4: Fonksiyon olma koşulu

Bu kategori altında toplanan öğrenciler de fonksiyon algılarını fonksiyon olma koşulundan yola çıkarak ortaya koymuşlardır. Bunu yaparken de günlük hayattan örnekler vermeyi uygun bulmuşlardır. İlgili örnekler aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 11. 52 nolu öğrencinin cevabı

52 nolu öğrenci fonksiyon olma koşulunu “bir çocuğun birden fazla annesi olamaz” şeklinde açıklayarak fonksiyondaki tanım kümesindeki bir elemanın değer kümesindeki yalnız bir elemanla eşleşebilme kuralının önemini vurgulamış ve cevabını da çizdiği şema üzerinde açıklamaya çalışmıştır. Ayrıca öğrenci cevabında fonksiyondaki bağımlı ve bağımsız değişken kavramlarına da yer vermiştir.

Hayattan örnek vermek gerekirse bir kişinin bunu erkek kabul edelim, Tek bir kızı, sevgilisine, sadık kalmasıdır. Bu bir fonksiyondur. Ama erkek birden çok kızla bakıp sevgilisini alırsa bu bir fonksiyon değildir. Birebir ve örtenliği sadık kalmaya benzedebiliriz.

Şekil 12. 51 nolu öğrencinin cevabı

Bu öğrenci de cevabında fonksiyon olma koşulunu ön planda tutarak açıklamasını günlük hayattan verdiği bir örnekle yapmıştır. Bir erkeğin tek sevgilisinin olmasını fonksiyon kabul ederken, bir erkeğin birden fazla sevgilisinin olmasının fonksiyon olarak kabul edilemeyeceğini, hatta herkesin tek sevgilisinin olmasını birebir ve örten fonksiyon olma durumuyla açıklamıştır.

Kategori 5: Bağntı/ Eşleştirme

Bu kategorideki öğrenciler fonksiyonu iki kümenin elemanları arasında yapılan eşleştirme/ bağntı şeklinde ifade etmişlerdir. Bununla alakalı öğrenci cevapları aşağıda gösterilmiştir:

Bir kümenin bir elemanı diğer bir kümenin elemanı ile eşleyen bağntıdır
örneğin $(1,2)$ (A,B) $(1,5,-3)$

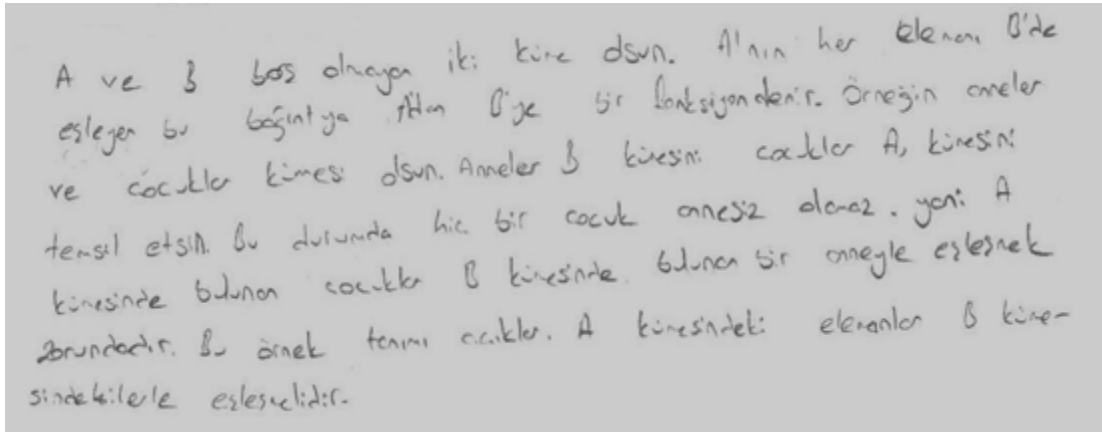
Şekil 13. 7 nolu öğrencinin cevabı

7 nolu öğrencinin cevabı incelendiğinde fonksiyonu iki küme arasında yaptığı eşleştirme biçiminde ifade ettiği görülmektedir. Buna örnek olarak da rastgele sıralı ikililerden oluşan bir bağntıyı göstermiştir.

Fonksiyon otobüs gibidir. Mesela otobüs takım kümesi olsun, duraklarda diğer küme. Takım kümesindeki her eleman otobüsteki yolculardır ve her durak diğer kümesinin elemanıdır. Yolcuların hepsi farklı bir durakta inerse bu birebir fonksiyon olur. Eğer inmeyen durak kalırsa bu örten fonksiyondur. Ve bütün yolcular aynı durakta inerse bu sabit fonksiyondur.

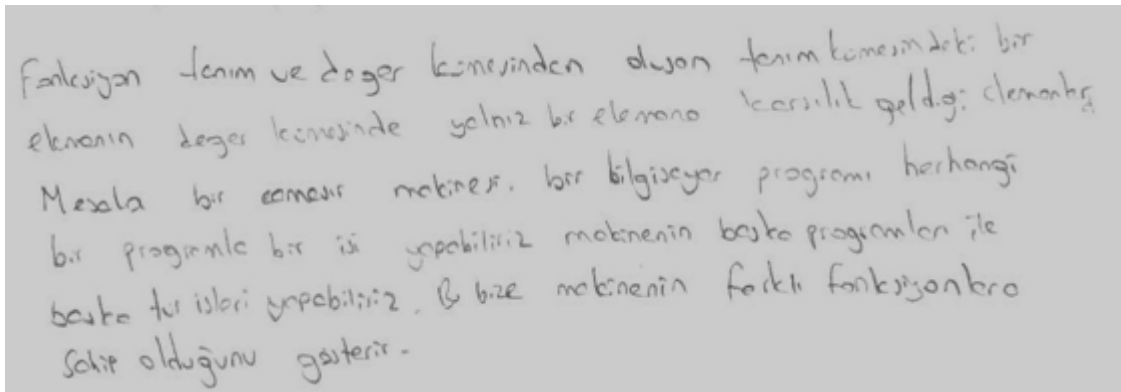
Şekil 14. 29 nolu öğrencinin cevabı

29 nolu öğrenci de fonksiyonu verdiği örnekle açıklamıştır. Örnekten de anlaşılacağı üzere öğrenci otobüsü tanım kümesi, durakları değer kümesi ve yolcuları da tanım kümesinin elemanları olarak düşünmüş ve fonksiyonu da yolcularla duraklar arasında yaptığı eşleştirme olarak ifade etmiştir. Ayrıca fonksiyon çeşitlerini yolcuların duraklarda inme durumlarına göre açıklamıştır. Böylelikle öğrencinin fonksiyonu kümeler arasında yapılan eşleştirme yani bir bağıntı olarak gördüğünü söylemek mümkündür.



Şekil 15. 11 nolu öğrencinin cevabı

11 nolu öğrenci de fonksiyonu bir bağıntı olarak ifade etmiştir. Öncelikle fonksiyonu literatürde geçen tanımıyla açıklamıştır. Sonrasında verdiği anne ve çocuk örneğinden de görüldüğü üzere fonksiyonu iki küme arasındaki bağıntı şeklinde algıladığı söylenebilir.



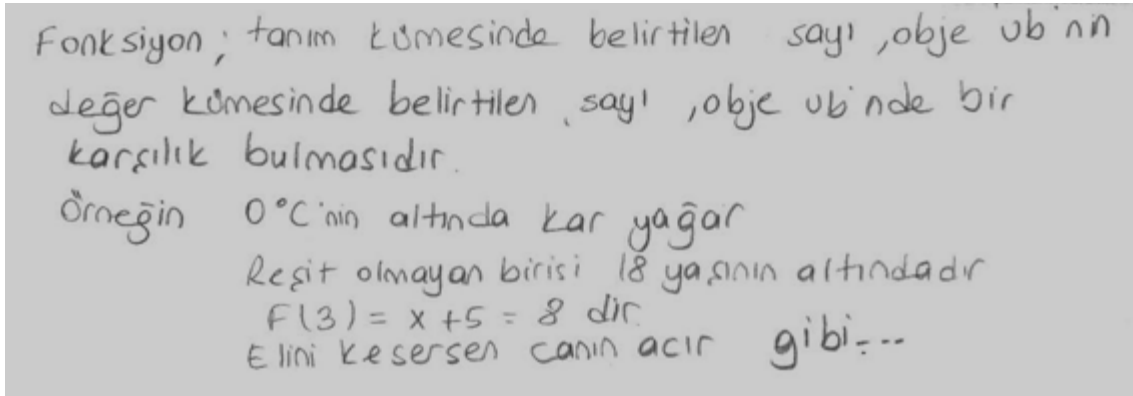
Şekil 16. 64 nolu öğrencinin cevabı

64 nolu öğrenci de 11, 29 ve 7 nolu öğrenciler gibi fonksiyonu tanım ve değer kümeleri arasında yapılan eşleştirme şeklinde ifade etmiştir. Bunlara ilaveten bir

bilgisayarın ya da bir çamaşır makinesinin farklı programlarında farklı işlemler yapılabildiğini dolayısıyla farklı fonksiyonların da farklı sonuçlarının olabileceğini vurgulamıştır.

Kategori 6: Sebep-Sonuç İlişkisi

Öğrencilerin bazılarının da fonksiyon olma durumunu herhangi iki olay arasındaki sebep sonuç ilişkisine bağladığı görülmektedir. Genelde, bir olayın gerçekleşmesi bir başka olaya bağlanmıştır.

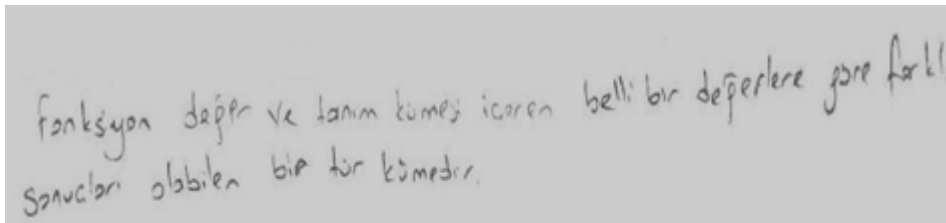


Şekil 17. 16 nolu öğrencinin cevabı

Şekil 16 ya bakıldığında fonksiyonu bir bağıntı olarak tanımlamasına rağmen verdiği örnekten öğrencinin fonksiyonu aslında bir sebep sonuç ilişkisi şeklinde düşündüğü görülmektedir.

Kategori 7: Küme

Bu kategorideki öğrencinin de fonksiyonu bir küme olarak algıladığı söylenebilir. Ayrıca açıklamasında fonksiyondaki tanım ve değer kümelerine yer vermiştir. Öğrenci cevabı aşağıda gösterilmiştir:



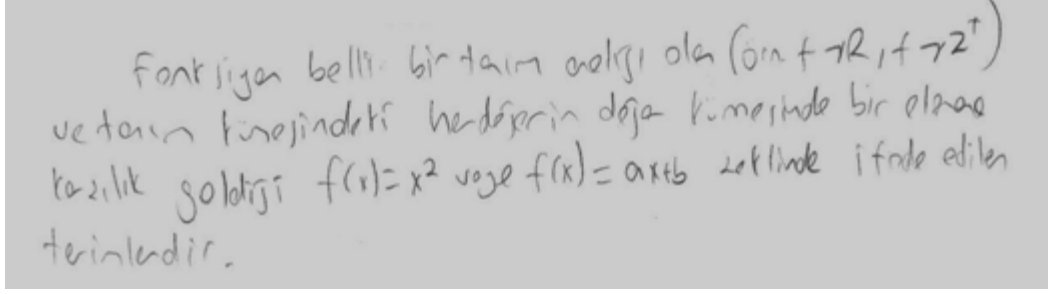
Şekil 18. 18 nolu öğrencinin cevabı

Bu durum, öğretmenlerin genelinin fonksiyon konusunun anlatımını küme kavramı üzerinden başlatmalarıyla ilişkilendirilebilir. Tüm bunlara ilaveten fonksiyonlarda tanım, değer ve görüntü kümeleri gibi kavramların öğretiminde Venn

şemasından sıkça faydalanılması, öğrencilerin kavramı zihinlerinde bu şekilde yapılandırmalarında rol oynamış olabileceğini söylemek mümkündür.

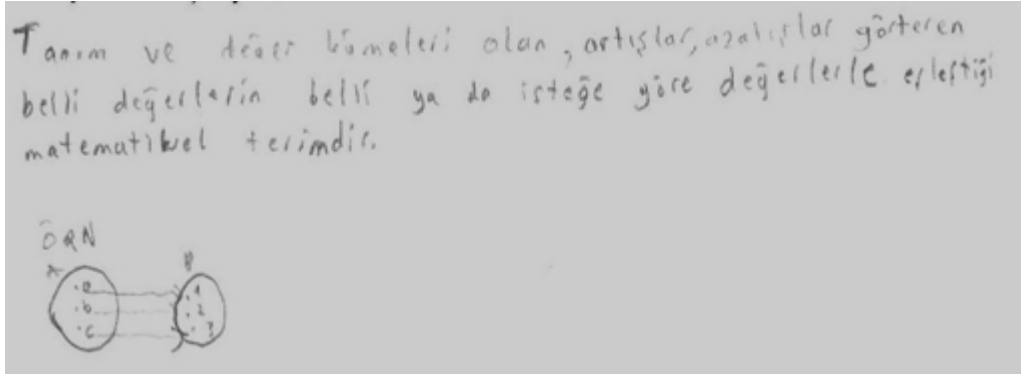
Kategori 8: Terim

Bu kategorideki öğrenciler ise fonksiyonu tanım kümesindeki değerlerin görüntü kümesinde karşılık bulduğu matematiksel terimler olarak ifade etmişlerdir. İlgili öğrenci cevapları aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 19. 19 nolu öğrencinin cevabı

19 nolu öğrenci fonksiyonu bir terim olarak ifade etmenin yanı sıra açıklamasında fonksiyonun tanım ve değer kümeleriyle birlikte çoklu temsillerden cebirsel gösterime de yer vermiştir.

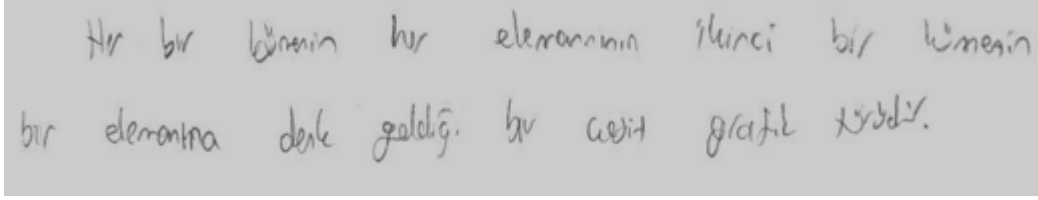


Şekil 20. 41 nolu öğrencinin cevabı

41 nolu öğrenci de 19 nolu öğrenciyle benzer şekilde fonksiyonu tanım ve değer kümeleri olan, artış ve azalışlar gösteren, belli değerlerin belli değerlerle eşleştiği bir matematiksel terim olarak tanımlamıştır. Öğrencinin cevabından onun fonksiyonu aslında bir eşleştirme ya da bağıntı olarak algıladığı fakat fonksiyonu bir matematiksel terim olarak tanımladığı söylenebilir. Bunu çizdiği şemadan da görmek mümkündür. Çizdiği şemada tanım kümesindeki elemanları değer kümesindeki elemanlarla eşleştirme yoluna gitmiştir.

Kategori 9: Grafik

Öğrencilerin cevap kağıtları incelendiğinde bir kısmının fonksiyonu bir grafik türü olarak algıladığı tespit edilmiştir. İlgili cevaplara bir örnek aşağıda gösterilmiştir:

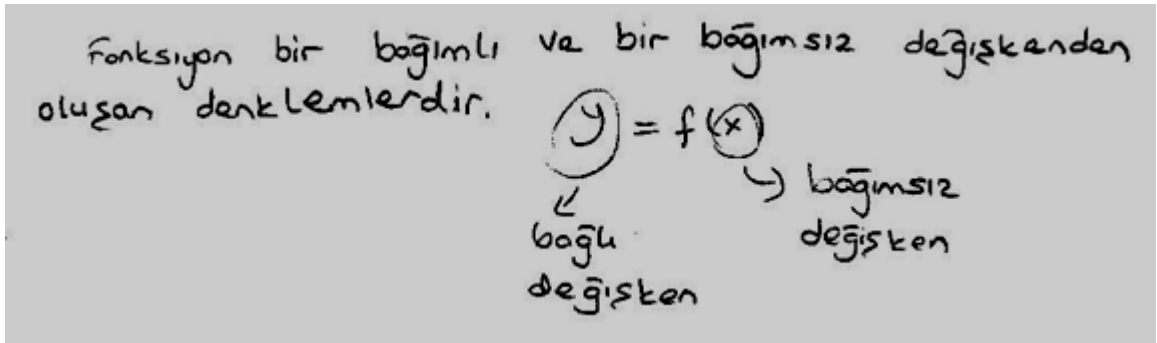


Şekil 21. 36 nolu öğrencinin cevabı

36 nolu öğrenci fonksiyonu iki küme arasındaki bir bağıntı olarak algılamakla birlikte bu kavramı bir grafik türü şeklinde ifade etmiştir. Bu da öğrencinin kavramla ilgili kısıtlı bir algısının olduğunu göstermektedir. Başta fonksiyonlar olmak üzere matematiksel kavramların anlatımı esnasında çoklu temsilleri kullanmak öğrencilerin kavramlarla ilgili bu tür kısıtlı algılarını azaltmada fayda sağlayabilmektedir.

Kategori 10: Denklem

Bu çalışmada öğrencilerin bir kısmının fonksiyonu denklem olarak algıladığı tespit edilmiştir. Bununla ilgili örnek bir öğrenci cevabı aşağıda gösterilmiştir:



Şekil 22. 45 nolu öğrencinin cevabı

45 nolu öğrenci fonksiyondaki bağımlı ve bağımsız değişkenlere vurgu yaparak fonksiyonu bu iki değişkenin birleşimi bir denklem olarak ifade etmiştir ve ayrıca fonksiyonun cebirsel olarak ifade etmiştir. Bu da öğrencinin fonksiyon kavramına yönelik kısıtlayıcı bir algısının olduğuna işaret etmektedir.

Sonuç ve Tartışma

Çalışmadan elde edilen bulgular neticesinde lisans öğrencilerinin fonksiyon kavramına yönelik; Makine / İşlem Mekanizması / Dönüştürme / Sistem; Kural; Adres tarifi; Fonksiyon olma koşulu; Bağıntı / eşleştirme; Sebep sonuç ilişkisi; Küme; Terim; Grafik; Denklem olmak üzere 10 farklı kategoride kavram imajı ürettikleri görülmüştür. Bu imajların bazılarının doğru, bazılarının da hatalı veya sınırlandırılmış bir şekilde üretildiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, Erdoğan ve diğerleri (2012); Vinner & Dreyfus (1989); Sierpinska (1992) nin bulgularıyla ve Kabael (2010, syf. 3)' un *"Fonksiyon kavramının formel tanımına ilişkin, kaynaklarda rastlanan yanlışlar, öğrencilerin kavramı eksik ya da hatalı biçimde, örneğin "bir eşleme", "bir formül" ya da "bir denklem" gibi tanımlamalarından kaynaklanmaktadır."* şeklindeki sonuçları ile paralellik göstermektedir. Ayrıca Mayes (2001) in, öğrencilerin fonksiyonu algoritmik bir kurala, formüle benzetmeleri şeklindeki bulguları da çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Öte yandan öğrencilerin çoğunluğunun makine, işlem mekanizması, dönüştürme, sistem vb. benzetmelerini kullandıkları tespit edilmiştir. Bunu da bir şeyin herhangi bir şeye dönüştürülmesi, girdilerden aynı ya da farklı çıktılar elde edilmesi şeklinde ifade etmişlerdir. Bu yüzden "fonksiyon" deyince öğrencilerin büyük çoğunluğunun zihninde "makine" imajının olduğu sonucuna varılabilir. Öğrencilerin kendi ifadelerinden yola çıkarak, bu durumun oluşmasında derslerde konunun anlatımı esnasında lise matematik öğretmenlerinin sıklıkla makine örneğini vermesi, bunun yanı sıra ders kitaplarında da fonksiyon-makine bağlantısının kurulması, kavramla alakalı öğrencilerin zihinlerinde bu imajın ön plana çıkmasında etken rol oynamış olabileceği düşünülmektedir. Yani lisans öğrencilerinin fonksiyonu ifade ederken kavramın literatürdeki açıklamasını kullanmak yerine dersler esnasında veya günlük hayatta karşılaştıkları durumlar sonucunda kafalarında oluşan fonksiyon imajlarını kullandıkları söylenebilir. Bu sonuçlar, Aydın ve Kogce (2008) in öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmalarından elde ettikleri, fonksiyonu "bir sayı girildiğinde yeni bir sayıyı veren denklem", "bağıntı", "eşleşme", "ilişki", "dönüşüm" ifadeleriyle tanımladıkları sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen bir başka sonuç da öğrencilerin fonksiyon kavramına günlük hayattan farklı ve ilginç örnekler verebilmiş olmalarıdır. Bu durum, öğrencilerin

günlük hayatta karşılaştıkları durumlarla fonksiyon kavramı arasında bir bağlantı kurabildiklerine işaret etmektedir. Verilen örneklerin en dikkat çekenleri; “otobüsteki yolcularla durakların eşleştirildiği”, “adres tarifiyle fonksiyonun bağlantısının kurulduğu”, “bir çocuğun yalnız bir annesi olabiliyorken bir annenin birden fazla çocuğunun olabilme durumunun fonksiyondaki tanım ve değer kümelerindeki elemanların eşleşme durumlarıyla ifade edildiği” ve “farklı bilgisayar programlarında farklı işlemler yapılmasının farklı fonksiyonlarla özdeşleştirildiği” örneklerdir. Bu bulgular, Viirman (2002) nin öğretmen adayları ile mühendis adaylarının fonksiyon algılarını incelediği çalışmasındaki mühendis adaylarının algılarının fazla olduğu sonucunu destekler niteliktedir. Ayrıca, öğrencilerin profilleri incelendiğinde birçoğunun meslek lisesi mezunu olduğu görülmektedir. Bu liselerde öğrenciler elektrik-elektronik, makine ve bilişim gibi alanlarda eğitim almaktadırlar. Öğrencilerin fonksiyon kavramı konusunda matematiksel tanımları kullanabilmeleri ve farklı örnekler verebilmeleri bu durumla ilişkilendirilebilir.

Öğrencilerin verdiği örneklerin çeşitliliğine rağmen dersler esnasında öğretmenler tarafından yapılan yanlış benzetmeler ve kullanılan metaforlar bu kavramla ilgili öğrencilerin zihinlerinde kavram yanlışlarına varasıya kadar yanlış imajlar oluşturabileceğini göstermektedir. Örneğin; bir öğrenci *“Bir makine var. Ona elmayı atıp diğer taraftan armudu almak fonksiyondur.”* açıklamasını yapmıştır. Öğrencinin cevabı girdileri çıktılara dönüştürme işlemini yapan makine mantığına uysa bile gerçek hayatta böyle bir makinenin olmadığı bilinmektedir. Yani öğrenci öğretmenin fonksiyon kavramını basitleştirmek adına yaptığı benzetmeyi sorgulamadan koşulsuz bir şekilde zihnine yerleştirmiş ve bununla alakalı karşısına çıkan sorulara da bu doğrultuda cevaplar vermiştir. Bu bağlamda, öğretmenlerin bir kavramı anlatırken kullandıkları analogilerin, metaforların öğrencilerin zihinlerinde doğru imaj oluşturmaları açısından çok büyük bir öneme sahip olduğu ve bu tür benzetmeler yapılırken de dikkatli olunması sonucuna varılmaktadır. Bunların yanı sıra yaşanan bu sıkıntıların sebebi olarak; Sierpinska (1992); Hatısarı ve Çetinkaya (2011) in de belirttiği gibi matematiksel metotlar ve bilinçsizce kullanılan düşünme stratejileri gösterilebilir.

Öğrencilerin bazılarının *“fonksiyon bir kümedir.”* benzetmesi yapması, fonksiyon kavramının anlatımına küme kavramı üzerinden başlanmasıyla açıklanabilir. Halbuki

küme eşlemesi tanımı öğrenciler için oldukça soyut kalmaktadır ve öğrencilerin fonksiyon kavramına küme eşlemesi üzerinden ulaşamayacaklarını ve ulaşabildikleri bilgilerin de sınırlı kalacağı ifade edilmektedir (Vinner,1983). İlaveten; bu sonuçlar, Ural (2006) nın öğrencilerin, fonksiyon kavramının yapısal boyutunu kavrama noktasında birtakım zorluklar yaşadığı şeklindeki bulgusunu destekler niteliktedir.

Tüm bunlara ilaveten öğrencilerin fonksiyon kavramına yönelik kısıtlı algılamalarının olduğu söylenebilir. Öğrencilerin bir kısmı fonksiyonu bir grafik türü olarak tanımlarken, bir kısmı denklem, bazıları da matematiksel terim olarak ifade etmişlerdir. Bu tanımlamalar fonksiyonun anlamını daraltıp onu daha sınırlı bir hale getirmektedir. Yine bu sonuçlar, Aydın ve Kogce (2008) in, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun fonksiyonları denklemlerin bir altkümesi olarak algıladıkları ve fonksiyon kavramlarını tanımlamada yetersiz kaldıkları sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Tüm bu sonuçlar gösteriyor ki, matematiğin temel konularından biri olan fonksiyon kavramına ve öğretimine oldukça önem verilmesine rağmen hala bu kavram öğrenciler için hala oldukça karmaşıktır ve öğrenciler bu kavramı öğrenirken zorlanmaktadırlar (Mayes, 2001). Bu tür algıların azaltılması adına derslerde kavramların öğretimi esnasında çoklu temsilleri kullanmak fayda sağlayabilir. Bunun yanı sıra ilkokul, ortaokul, lise ve yükseköğretim seviyesinde, kavramlar üzerinde yeterince durulmalı ve sınavların içeriğinde de açık uçlu kavram sorularına yer almalıdır.

Tüm bu sonuçlar gösteriyor ki, YGS, LYS gibi önemli sınavlarda başarılı olup birçok kişiyi eleyerek mühendislik gibi matematik bilgisi gerektiren bir programa gelmiş lisans öğrencilerinde bile fonksiyon gibi temel bir kavrama ilişkin birtakım hatalı veya sınırlı algıların olduğu görülmüştür. Bu bağlamda kavramın öğretiminde şu anlayışı benimsemek gerekmektedir: Fonksiyon kavramı sadece belli üniteler kapsamında okutulup bırakılacak bir konu değil, matematik öğretim programları kapsamında birçok kavramla yakın ilişkisi olan, programın bütünleştirici ve birleştirici bir elemanıdır. Bu nedenle, öğretimi esnasında fonksiyon kavramı nitel ya da nicel çokluklar arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılan fonksiyonel bir düşünce tarzı olarak ele alınmalı ve öğretiminde bu hususa dikkat edilmelidir (Bayazit, 2010).

Kaynaklar

- Akkoç, H. (2005). Fonksiyon kavramının anlaşılması: Çoğul temsiller ve tanımsal özellikler, *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5 (20), 1-14.
- Aydın, M. & Köğce, D. (2008). Öğretmen adaylarının denklem ve fonksiyon kavramlarına ilişkin algıları. Y. Y. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi 5 (2008) 46-58.
- Baştürk, S. (2006). Üniversiteye Giriş Sınavı Sorularında Fonksiyon Kavramı, *Ege Eğitim Dergisi*, (7) 1, 61-83.
- Bayazit, İ. (2010). Fonksiyonlar konusunun öğreniminde karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri. E. Bingölbalı, M.F. Özmantar, H. Akkoç (editörler). Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri. Pegem Akademi Yayınevi, 2. Baskı, Ankara.
- Bayazit, İ. & Aksoy, Y. (2013a). Fonksiyon kavramı: epistemolojisi, algı türleri ve zihinsel gelişimi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(1), 1-9.
- Bayazit, İ. & Aksoy, Y. (2013b). Fonksiyon kavramının matematiksel manası ve tarihsel gelişimi. İ.Ö.Zembat, M.F. Özmantar, E. Bingölbalı, H. Şandır, A. Delice (editörler). Tanımları ve tarihsel gelişimleriyle matematiksel kavramlar. Pegem Akademi Yayınevi, 1. Baskı, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2011). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, (8. bs.). Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Erdoğan, E. Ö., Erdoğan, A. & Yanık, B. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı Birinci Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyonlar Konusundaki Hazır Bulunuşlukları, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 11(4), 1121-1149.
- Ersoy, Y. (2007). Grafik Hesap Makinesinin Lise Matematik Derslerinde Kullanılması-II: Fonksiyon ve Grafiklerin Kavranmasına Öğrencilerin Görüşleri, *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 28, 55-65.
- Even, R. (1998). Factors involved in linking representations of functions. *The Journal of Mathematical Behavior*. 17 (1), 105-121.

- Hatırsaru, V. ve Çetinkaya, B. (2011). Endüstri meslek lisesi öğrencilerinin doğrusal ve sabit fonksiyon ile bunların grafiksel gösterimine ilişkin algıları. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 67-89.
- Jones, M. (2006). Demystifying Functions: The Historical and Pedagogical Difficulties of the Concept of the Function. *Rose-Hulman Institute of Technology Undergraduate Math Journal*. 7(2). 66-86.
- Kabael, T. U. (2010). Fonksiyon kavramı: tarihi gelişimi, öğrenilme süreci, öğrenci yanılgıları ve öğretim stratejileri, *Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi*, 3 (1), 128-136.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, (14. bs.). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Karataş, İ. & Güven, B. (2004). Fonksiyon kavramının farklı öğrenim düzeyinde olan öğrencilerdeki gelişimi, *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4 (16), 64-73.
- Kleiner, I. (1989). Evolution Of The Function Concept: A Brief Survey. *The College Mathematics Journal*, 20(4), 282–300.
- Kleiner, I. (1993). Function: Historical and Pedagogical Aspect. *Kluwer Academic, Science & Education*, 2, 183–209.
- Mayes, R. (2001). Using Information Technology in Mathematics Education. (ed: D. James Tooke and Norma Enderson) CAS Applied in a Functional Perspective College Algebra Curriculum, The Haworth Press, Inc.
- Miles, M. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- NCTM (2011). Reasoning with Functions, Reston, Virginia. (01.09.2014 tarihinde http://www.nctm.org/uploadedFiles/Math_Standards/13494_chapter.pdf adresinden indirilmiştir.)
- Özkaya, M., İşleyen, T. (2012). Fonksiyonlarla İlgili Bazı Kavram Yanılgıları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 3(1), 01-32.
- Polat, Z. S. & Şahiner, Y. (2007). Bağntı ve fonksiyonlar konusunda yapılan yaygın hataların belirlenmesi ve giderilmesi üzerine boylamsal bir çalışma. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 32 (146), 89-95.

- Ponte, J. P (1992). The History of the Concept of Function and Some Educational Implications. *Mathematics Educator*, 3(2), 3-8.
- Sağlam, Y., Kanadlı, S. & Uşak, M. (2012). Bağlamın Öğrencilerin Kavram İmajları Üzerine Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*. 9(4), 131-145.
- Sierpinska, A. (1992). *On understanding the notion of function*. (ed. E. Dubinsky, G. Harel). The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy, Mathematical Association of America (M.A.A.) Notes, 25, 25–58.
- Tall, D. & DeMarois, P. (1999). Function: Organizing or Cognitive Root? In O. Zaslavsky (Ed.), Proceedings of the 23 rd Conference of PME, Haifa, Israel, 2, 257-264.
- Tall, D., McGowen, M. & DeMarois, P. (2000a). The Function Machine as a Cognitive Root for building a rich concept image of the Function Concept, Proceedings of PME-NA, 1, 247-254.
- Tall, D., McGowen, M. & DeMarois, P. (2000b). Using the Function Machine as a Cognitive Root for building a rich concept image of the Function Concept, Proceedings of PME-NA, 1, 255-261.
- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151-169.
- Thompson, P. W. (1994). Students, functions, and the undergraduate curriculum. In E. Dubinsky, A. H. Schoenfeld, & J. J. Kaput (Eds.), Research in Collegiate Mathematics Education, 1 (Issues in Mathematics Education, 4, 21-44).
- Ural, A. (2006). Fonksiyon Öğreniminde Kavramsal Zorluklar. *Ege Eğitim Dergisi* (7) 2, 75-94.
- Vinner, S. (1983). Concept definition concept image and the notion of function. *International Journal for Mathematics Education in Science and Technology*, 14(3), 293–305.
- Vinner, S. & Dreyfus, T. (1989). Images and definitions for the concept of function. *Journal for Research In Mathematics Education*. 20(4), 356-366.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, (8. tıpkı bs.). Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Kaynak Gösterme

Yavuz, İ., Hangül, T. (2016). Mühendislik Öğrencilerinin Kavram İmajları Üzerine Bir Çalışma: Fonksiyon Nedir? *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 231-254.

Citation Information

Yavuz, İ., Hangül, T. (2016). A Study on Engineering Students' Concept Images: What is a Function? *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 6(2), 231-254.