

T.C.
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı

**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ FONKSİYON, BAĞINTI ve
İŞLEM İLE İLGİLİ KAVRAMSAL YAPILARININ İNCELENMESİ**

Hasan GÖKBAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN

Konya - 2016



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hasan GÖKBAŞ
	Numarası	108307041014
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi/Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tezin Adı	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ FONKSİYON, BAĞINTI ve İŞLEM İLE İLGİLİ KAVRAMSAL YAPILARININ İNCELENMESİ

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.


 Öğrencinin İmzası
 (İmza)



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hasan GÖKBAŞ
	Numarası	108307041014
	Ana Bilim / Bilim Dalı	OFMA / Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin Adı	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ FONKSİYON, BAĞINTI ve İŞLEM İLE İLGİLİ KAVRAMSAL YAPILARININ İNCELENMESİ

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ FONKSİYON, BAĞINTI ve İŞLEM İLE İLGİLİ KAVRAMSAL YAPILARININ İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma 23.05.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Danışman ve Üyeler	İmza
Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN	Danışman	
Doç. Dr. Binyamin AYDIN	Üye	
Doç. Dr. Ramazan TÜRKMEN	Üye	

ÖNSÖZ

Matematik öğrenimi, ön koşul öğrenmeleri ve sürekliliği gerektirir. Bu gereksinimlerden herhangi birinin eksikliği, öğrenmenin tam ve kalıcı olmasını engeller. Yeterli bir alt yapı ve ortam sağlanmadan yapılan bir öğretimin sonucunda da öğrencilerin başarılı olması beklenemez. Bu sebeplerden dolayı öğretim süresi boyunca, öğrencilerin daha önceki bilgilerinin sürekli tazelenmesi, öğretilecek yeni bilgilerle önceki bilgiler arasında gerekli ilginin kurulması, eksik ve yanlış anlaşılan yerlerin tespit edilip bu eksikliklerin giderilmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekir. Yenilenen öğretim programlarında, kavramsal öğrenme yaklaşımına etkili bir öğretim yöntemi olarak dikkat çekilmektedir. Kavramsal yaklaşım ile sarmal bir yapıya sahip olan matematik konularının öğrenciler tarafından anlamlı bir biçimde öğrenilmesi sağlanmış olacaktır. Bu araştırmada, matematik bilimi içerisinde önemli bir yere sahip olan, matematiğin temel konuları arasında yer alan fonksiyon, bağıntı ve işlem ile ilgili, matematik öğretmen adaylarının bilişsel yapılarındaki kavramlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmalarım boyunca beni cesaretlendiren, yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım ve hocam sayın Doç. Dr. Ahmet Erdoğan'a sonsuz teşekkür ederim.



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Hasan GÖKBAŞ
	Numarası	108307041014
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi/Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
Tezin Adı	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ FONKSİYON, BAĞINTI ve İŞLEM İLE İLGİLİ KAVRAMSAL YAPILARININ İNCELENMESİ	

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının matematiğin temel konularından olan “Fonksiyon” kavramı ve fonksiyonla ilişkili olan “Bağıntı” ve “İşlem” kavramları hakkındaki bilişsel yapılarını belirlemektir. Araştırmaya Anadolu’da bir devlet üniversitesinde eğitim gören 125 matematik öğretmen adayı katılmıştır. Veriler Kelime İlişkilendirme Testi kullanılarak toplanmıştır. Matematik öğretmen adaylarına “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramları Kelime İlişkilendirme Testi ile sunulmuştur. Test sonucunda elde edilen verilerden frekans tablosu oluşturulmuştur. Frekans tablosuna göre kesme noktası tekniği kullanılarak matematik öğretmen adaylarının fonksiyon, bağıntı ve işlem kavramları hakkındaki bilişsel yapılarını ortaya koyan kavram ağları çizilmiştir. Araştırma sonucunda fonksiyon kavramıyla ilgili 12, bağıntı kavramıyla ilgili 10 ve işlem kavramıyla ilgili 11 kategori oluşturulmuş olup toplamda 212 kelime elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kavram, Kavramsal Yapı, Kelime İlişkilendirme Testi, Fonksiyon, Bağıntı, İşlem.



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Hasan GÖKBAŞ
	Numarası	108307041014
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi/Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin İngilizce Adı	PROSPECTIVE MATHEMATICS TEACHERS' CONCEPTUAL STRUCTURE ABOUT FUNCTION, RELATION AND BINARY OPERATION

SUMMARY

The purpose of this research is to identify prospective mathematics teachers' conceptual structures about "Function" that is one of the basic subjects of mathematics and "Relation" and "Binary Operation" concepts that are related to function. Participants of the research study were 125 prospective mathematics teachers studying in one of the public universities in Turkey. The Word Association Test is used as the data collection tool. The "Function", "Relation" and "Binary Operation" key concepts were presented to prospective mathematics teachers through the Word Association Test. Data obtained from the test results were recorded in a frequency table. Conceptual Networks that present prospective mathematics teachers' conceptual structures about function, relation and binary operation key concepts were drawn by using the "cut-off point" technique on the frequency table. Based on the research findings, 12 categories with regard to "Function", 10 categories with regard to "Relation" and 11 categories with regard to "Binary Operation" concepts were derived and a total of 212 words were collected.

Key Words: Concept, Conceptual Structure, Word Association Test, Function, Relation, Binary Operation.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	ii
TEZ KABUL FORMU	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TABLolar	x
ŞEKİLLER.....	xi
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	5
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırmanın Konusu ve Önemi	6
1.4. Araştırmanın Sayıtları	7
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.6. Tanımlar.....	7
2. BÖLÜM.....	9
KURAMSAL ÇERÇEVE.....	9
2.1. Öğrenme.....	9
2.2. Matematik Öğretimi.....	10
2.3. Anlamli Öğrenme	14
2.4. Bilgiyi İşleme Modeli	15
2.4.1. Bilgi Depoları/Bellek Türleri	16
2.4.1.1. Duyusal Bellek.....	17
2.4.1.2. Kısa Süreli Bellek	18
2.4.1.3. Uzun Süreli Bellek.....	19
2.4.2. Bilişsel Süreçler	21
2.4.2.1. Dikkat.....	22
2.4.2.2. Algı	21
2.4.2.3. Tekrar.....	22
2.4.2.4. Kodlama.....	22
2.4.2.5. Geri Getirme	23
2.4.2.6. Unutma.....	23
2.4.3. Üstbiliş / Biliş Bilgisi.....	23
2.5. Kavram.....	24
2.5.1. Kavram Gelişimi/Oluşumu	25

2.5.2. Matematiksel Kavramlar	26
2.6. Bilişsel Yapılar	28
2.7. Kelime ilişkilendirme Testleri	30
2.8. İlgili Araştırmalar	32
3. BÖLÜM	46
YÖNTEM	46
3.1. Araştırma Modeli	46
3.2. Çalışma Grubu	46
3.3. Veri Toplama Aracı	48
3.1.1. Geçerlilik	49
3.1.2. Güvenirlilik	49
3.4. Verilerin Analizi	50
4. BÖLÜM	52
BULGULAR VE YORUMLAR	52
4.1. Verilere İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri	52
4.1.1. Fonksiyon Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri	52
4.1.2. Bağını Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri	56
4.1.3. İşlem Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri	58
4.2. Fonksiyon, Bağını ve İşlem Kavramlarına Verilen Cevaplara Göre Oluşturulmuş Kavram Ağlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	60
4.2.1. Kesme Noktası 201 ve Üzeri Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	60
4.2.2. Kesme Noktası 151 - 200 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	614
4.2.3. Kesme Noktası 101 - 150 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	63
4.2.4. Kesme Noktası 81 - 100 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	64
4.2.5. Kesme Noktası 71 - 80 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	66
4.2.6. Kesme Noktası 61 - 70 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	68
4.2.7. Kesme Noktası 51 - 60 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	69

4.2.8. Kesme Noktası 41 - 50 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	70
4.2.9. Kesme Noktası 31 - 40 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	71
4.2.10. Kesme Noktası 21 - 30 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	73
4.2.11. Kesme Noktası 11 - 20 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kavram Ağına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	74
5. BÖLÜM	77
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	77
5.1. Tartışma ve Sonuç	77
5.2. Öneriler	80
KAYNAKÇA	82
EK-1	92

TABLolar

Tablo-1: Çalışma Grubunun Sınıf Düzeyine Göre Dağılımı	47
Tablo-2: Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı	47
Tablo-3: Fonksiyon Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler ve Frekansları ile Oluşturulan Kategoriler	53
Tablo-4: Bağını Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler ve Frekansları ile Oluşturulan Kategoriler	56
Tablo-5: İşlem Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler ve Frekansları ile Oluşturulan Kategoriler	58

ŞEKİLLER

Şekil – 1: Matematiksel Bilginin Yapısı.....	13
Şekil – 2: Bilgiyi İşleme Kuramı	17
Şekil – 3: Kesme Noktası Aralığına Göre Oluşturulmuş Örnek Kavram Ağı	51
Şekil – 4: Kesme Noktası 201 ve Üzerine Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı	60
Şekil – 5: Kesme Noktası 200 – 151 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	61
Şekil – 6: Kesme Noktası 150 – 101 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	63
Şekil – 7: Kesme Noktası 100 – 81 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	64
Şekil – 8: Kesme Noktası 80 – 71 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	67
Şekil – 9: Kesme Noktası 70 – 61 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	69
Şekil – 10: Kesme Noktası 60 – 51 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	70
Şekil – 11: Kesme Noktası 50 – 41 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	71
Şekil – 12: Kesme Noktası 40 – 31 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	72
Şekil – 13: Kesme Noktası 30 – 21 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	73
Şekil – 14: Kesme Noktası 20 – 11 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	75

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Matematik, “Aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanarak niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 1988). Evrensel bir dile sahip olan matematik, bilgiyi veya problemlerin çözümlerini buluşçu düşünceyle sistematik olarak sunmaya katkı sağlamaktadır. Bilimin bütün dallarında katkısı olduğu gibi gündelik problemlerimizi de çözmeye yarayan bir yapıya sahiptir matematik (Baykul, 2009).

Bloch’a (2003) göre, matematiksel programının öğelerinden biri sayılan fonksiyon kavramı, matematiksel ifadelerin anlaşılır olmasında önemli bir yere sahiptir. Birçok ülkede ortaöğretim matematik programları fonksiyon konusu ile başlar, diğer konular fonksiyon konusunun teorik çerçevesine uygun olarak devam ettirilir (Aktaran Yavuz ve Kepceoğlu, 2011).

Fonksiyon kavramı matematik ders programları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Fonksiyon kavramının matematik öğretiminde birleştirici ve bütünleştirici bir tarzda kullanılması uygun görülmektedir. Fonksiyon kavramının matematiksel düşünceyle olan ilişkisi, farklı alanlara ilişkin problemlerin çözümünde kullanılmasındandır. Öğrenciler eğitimin her aşamasında fonksiyon düşüncesiyle tanışır ve bu kavramı problem çözümlerinde kullanır. Fonksiyon, matematiğin en temel düşüncelerinden biridir. Kümeler, bağıntı, limit, türev, süreklilik ve dönüşüm geometrisi gibi alanlarla yakın bir ilişki içerisindedir. Ayrıca nicel veya nitel çokluklar arasındaki ilişkilerin incelenmesi sürecinde kullanılan muhakeme tarzı ve problemlerin çözümünde aktif olarak kullanılmaktadır. Fonksiyon kavramı, çokluklar arasında yapılan eşleştirme düşüncesini içermektedir. Fonksiyon kavramı, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişki olarak da açıklanabilir (Bayazit ve Aksoy, 2013).

Sfard’a (1991) göre, fonksiyon yapısal olarak bir kavramı, işlemsel olarak bir işlem sürecini ifade etmekte ve fonksiyonların bu farklı iki yolla anlaşılması

fonksiyon öğreniminde birçok sıkıntılar meydana getirmektedir. Öğrenciler fonksiyonu bir formül olarak algılamaktadırlar. Bu düşüncede öğrencilerin fonksiyonu bir formül olarak ele almalarının etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu durum fonksiyon kavramının yapısal anlamını kısıtlayacaktır. Carlson (1998), Monk ve Nemirovsky (1994) ve Thompson (1994) öğrencilerin fonksiyonu sembolik ifadeler ve işlemsel teknikler olarak düşünmekte olduklarını ve fonksiyonda eşleştirme bakımından yetersiz olduklarını tespit etmişlerdir (Ural, 2014).

Son zamanlarda fonksiyon konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Matematiksel bilgilerin yapılandırılmasında fonksiyonu içerisinde barındıran konu ve kavramların önemli bir durum arz etmesi bu durumun önemli sebeplerindendir. Matematiğin önde gelen konularından olan fonksiyonlar ve grafikler, sembolik bir sistemi geliştirmek ve anlamak için kullanılan bir yöntemdir. Cebirsel fonksiyonlar ve grafikleri buna örnek olarak gösterilebilir (Kutluca ve Baki, 2013).

Lise müfredatında fonksiyon kavramı okutulmakta ve kavramın manası derinlemesine analiz edilmektedir. Lise eğitiminin başlarında fonksiyon kavramı temel esasları ele alınmakta iken ilerleyen yıllarda fonksiyon konusu kendi içeriğinde çeşitlenmekte, ikinci dereceden fonksiyonlar, trigonometrik fonksiyonlar, üstel ve logaritmik fonksiyonlar, özel değerli fonksiyonlar ve determinant fonksiyonu gibi incelenmeye devam edilmektedir. Yüksek öğrenimde matematik, fizik ve mühendisliğin farklı alanlarında öğrenim gören öğrenciler fonksiyon bilgilerini geliştirme fırsatı bulmakta ve kavramı ileri düzey matematik konularının öğreniminde kullanmaktadırlar. Limit, süreklilik, türev ve integral kavramları fonksiyon düşüncesi üzerine bina edilmektedir. Diferansiyel denklemlerin çözümünde, fonksiyonel analiz dersi kapsamında incelenen farklı aksiyomatik uzayların temel yapı taşlarında yine fonksiyonlar yer almaktadır (Beyazıt ve Aksoy, 2013).

Fonksiyon kavramı cebir, analiz ve diferansiyel denklemler gibi matematiğin birçok alanıyla ilişkili olup farklı matematik konuları arasında bütünlüğü sağlamaktadır. Fonksiyon kavramı matematiğin en önemli kavramlarından birini

oluşturmaktadır. Fonksiyon kavramının anlamını sağlamak, matematik öğretim programının en baştaki görevlerinden biri olmak zorundadır. Günümüzde yapılan araştırmalarda lise öğreniminden üniversite eğitime geçiş yapan öğrencilerin çoğunluğunun fonksiyonlar konusunda ciddi zorlukları olduğu görülmüştür (Hatisaru ve Erbaş, 2012).

Gösterim ve yorum çeşitliliği fazlasıyla matematiğin temel ve ön koşul kavramlarından biri olmaktadır fonksiyon kavramı. Fonksiyon gösterimi, dünyadaki gözlenen ve yaşanan olaylara uyum sağlama sonucu olarak düşünülmektedir. Değişen objeler x ve y sembolleriyle gösterilerek; f sembolü, objeleri başka objelere dönüştüren bir işlem veya değişimler arasındaki bir bağıntı olarak tanıtılmıştır (Sierpinska, 1992).

Matematiğin temel ve birleştirici bir fikri olan fonksiyon anlaşılmasında birçok zorlukları barındıran bir kavramdır (Ural, 2006). Kabael'e (2010) göre, fonksiyon kavramına ilişkin güçlük ve yanlışlar; kavramın tanımına ilişkin, temsil ve aralarındaki ilişkilere ilişkin ve kavramda kullanılan matematiksel dile ilişkin olmak üzere üç sınıfta belirtilmiştir. Sierpinska'ya (1992) göre, fonksiyonun tanım kümesi, değer kümesi, görüntü kümesi, fonksiyonun tersi, değişken kavramı, bağımlı ve bağımsız değişkenler, koordinatlar, fonksiyonun grafiği, tablosu, fonksiyonun kuralı gibi konularda öğrencilerin zorluk çektiği konuların önünde yer almaktadır.

Tall ve Vinner (1981) ve Vinner'e (1983) göre, fonksiyon kavramı, kavram tanımı ve kavram görüntüsü olmak üzere kuramsal açıdan iki şekilde ele alınmıştır. Kavram tanımı, kavramın matematiksel tanımı, kavram görüntüsü, zihinde kavramla ilgili bütün resimleri, özellikleri ve işlemleri kapsayan bilişsel yapının tamamıdır şeklinde tanımlanmıştır. Kabael (2010), kavramın formal tanımına ilişkin yanlışları, öğrencilerin fonksiyon kavramını eksik ya da hatalı biçimde, "bir eşleme", "bir formül" ya da "bir denklem" gibi tanımlamalarından kaynaklandığını ileri sürmüştür.

Breidenbach ve dig. (1992), Graham & Ferrini-Mundy (1990), öğrencilerin fonksiyonu taşıma eylemiyle ilişkilendirerek bir formül olarak algıladıklarını belirtmişlerdir. Sierpinska (1992), tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin

fonksiyon kavramıyla ilgili belli başlı anlama kategorileri şu şekilde ortaya çıkarılmıştır.

1. Fonksiyonu denklemler ve bilinmeyenler olarak düşünme,
2. Fonksiyonu yeni bir işleme veya düşünmeye başlama noktası olarak görme, fonksiyonu bir denklemi çözmeye ilişkilendirme,
3. Fonksiyonu bir formül olarak değerlendirme,
4. Fonksiyonu bir işlem süreci olarak görme,
5. Grafik çizmeye yarayan bir çeşit formül olarak algılama.

Vinner ve Dreyfus (1989), öğrencilerin fonksiyonu aşağıda belirtilen şekilde altı kategoride tanımladıklarını göstermişlerdir.

1. Fonksiyon, birinci kümedeki her elemanı ikinci kümede tek bir elemana eşleyen bir eşlemedir.
2. İki değişken arasındaki bir bağımlılık bağıntısıdır.
3. “x değerini y değerine bağlayan bir şey” şeklinde olan kuraldır.
4. Bir işlem veya işlem sürecidir.
5. Bir formül, cebirsel ifade veya denklemdir.
6. Bir grafik veya sembolik formdaki bir gösterimdir.

Dede, Bayazit ve Soybaş (2010), öğretmen adaylarının fonksiyon, denklem ve polinom kavramlarını ve bu kavramlar arasındaki ilişkilere ait bilgi düzeylerini ve kavram imajları araştırılmış, dört başlıkta sıralamıştır.

- I. Fonksiyon, tanım kümesinin her elemanını değer kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşleyen bağıntıdır.
- II. Fonksiyon, eşleme yapan bir bağıntıdır.
- III. Fonksiyon, değişkenler arasındaki ilişkiler bütünüdür.
- IV. Fonksiyon, dönüştürme yapan bir cebirsel veya aritmetiksel mekanizmadır.

Öğrenciler problem çözümlerinde bazen fonksiyonun formal tanımına göre hareket etmeyebilirler. Even (1990 ve 1993), Vinner (1983), Vinner ve Dreyfus (1989), öğrencilerin formal tanımı tercih etmediklerini, Bakar ve Tall (1992), Malik

(1980) ise öğrencilerin fonksiyon kavramını anlamlandıramadıklarını belirtmişlerdir. Bu durum, Vinner (1983), Vinner ve Dreyfus (1989) belirttiği gibi öğrencilerin kavramın tanımına ve farklı temsillerine kişisel anlamlar yüklemelerinden kaynaklanmaktadır (Aktaran Ural, 2012).

1.1. Problem Durumu

Fonksiyonlar ve grafikler matematiği anlamada çok önemli bir rol oynamaktadır (Kutluca ve Baki, 2013). Fonksiyonlar, anlaşılmasında zorlukların olduğu bir kavramdır. Fonksiyon yapısal olarak bir kavramı, işlemsel olarak ise bir işlem sürecini ifade eder ve fonksiyonların farklı iki yolla anlaşılması fonksiyon öğreniminde bir zorluk yaratır. Sfard'a (1991) göre, biri diğerine baskın gelmeyen bu iki anlama yolu aslında birbirini tamamlamakta ve tutarlı bir bütünlük oluşturmaktadır. Öğrenciler genellikle fonksiyonu taşıma eylemiyle ilişkilendirerek bir formül olarak algırlarlar. Bunun bir sebebinin, derslerde fonksiyonlarla ilgili problemlerin büyük bir kısmında öğrencilerin fonksiyonu bir formül olarak ele almalarının olabileceği belirtilmiştir. Böyle bir bakış fonksiyon kavramının yapısal temelde anlaşılmasını şüphesiz sınırlandıracaktır. Carlson (1998), Monk ve Nemirovsky (1994) ve Thompson (1994) öğrencilerin fonksiyonu genellikle sembolik ifadeler ve işlemsel teknikler olarak düşünerek, fonksiyonu eşleme perspektifinden kavramada yetersiz kaldıklarını belirtmiştir (Aktaran Ural, 2014).

Matematik öğretmen adaylarının “Fonksiyon” kavramı ve fonksiyon kavramına bağlı olan “Bağıntı” ve “İşlem” kavramlarına ilişkin algıları nelerdir? sorusu bu çalışmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın ana amacı matematik öğretmen adaylarının “Fonksiyon” kavramı konusundaki bilişsel yapılarındaki kavramlar arasındaki bağları ortaya koymaktır. Fonksiyon kavramı matematiğin en temel kavramları arasında yer almasından

(Kutluca ve Baki, 2013) dolayı çalışmanın ana amacı doğrultusunda matematik öğretmen adaylarının;

1. Fonksiyon kavramına ilişkin bilişsel yapılarındaki kavramları,
2. Bağıntı kavramına ilişkin bilişsel yapılarındaki kavramları,
3. İşlem kavramına ilişkin bilişsel yapılarındaki kavramları tespit etmek amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Konusu ve Önemi

Matematik öğretiminde kavramsal öğrenmenin kalıcı öğrenmeyi desteklediği varsayıldığından, kavram öğretimi özel bir yere sahiptir (Akbulut ve Işık, 2005). Fonksiyon, üniversite ve lise matematik öğretimi programının anahtar bir bileşenidir (Harel ve Dubinsky, 1992). Fonksiyon kavramı, matematiğin adeta her alanına nüfuz eden temel fikirlerinden biridir (Eisenberg, 1991). Fonksiyonlar, matematikte pür ve uygulamalı problemleri temsil etmek ve çözmek için başvurulan en yaygın modellerden birisidir (Sarıkaya, 2005).

Matematiksel kavramlar içinde önemli bir yere sahip olan fonksiyon kavramı ve bu kavram ile ilişkili olan bağıntı ve işlem kavramlarıyla ilgili kavram bilgileri ortaya konmaya çalışılacaktır.

Bu araştırma, matematik öğretmen adaylarının “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” kavramları konusundaki algılarını ve bilişsel yapılarındaki kavramlar arasındaki bağları ortaya koyması bakımından önemlidir. Araştırma sonuçları genelde matematik öğretiminde, özel olarak da fonksiyon konusunda kavram öğretiminin önemini ve gereğini ortaya koyması açısından da yararlı olacaktır.

1.4. Araştırmanın Sayıtları

Öğretmen adaylarının araştırmada kullanılan veri toplama aracına samimiyetle cevap verdikleri ve cevaplama esnasında birbirleriyle herhangi bir etkileşimde bulunmadıkları varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

- Araştırma, 2014-2015 öğretim yılında Anadolu'da bir devlet üniversitesinin Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Bölümünün 4 ve 5. sınıfında öğrenim gören 54 matematik öğretmen adayıyla birlikte aynı üniversitede formasyon eğitimi alan 71 matematik öğretmen adayı ile sınırlıdır.
- Araştırma, “Fonksiyon” kavramı ve fonksiyon kavramı ile ilişkili olan “Bağıntı” ve “İşlem” kavramları ile sınırlıdır.
- Araştırma, kullanılan veri toplama aracı ve öğretmen adaylarının veri toplama aracına verdikleri cevaplar ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Biliş: Canlının, bir nesne veya olayın varlığına ilişkin bilgili ve bilinçli duruma gelmesidir (TDK). Herhangi bir şeyin farkında olma, onu anlama, kavrama bilişsel bir fonksiyondur (Baykara, 2011).

Bilişsel Yapı: Bireyin gelen mesajları ayırmada kullandığı birbiriyle bağlantılı kategorilerdir (Davidson, 1977).

Kavram: Nesne veya olayların ortak özelliğini simgeleyen içsel bir süreçtir (Arı vd., 1995).

Kelime İlişkilendirme Testi: Öğrencinin bilişsel yapısını ve bu yapıdaki kavramlar arası ilişkileri, yani bilgi ağını analiz etmek, uzun dönemli hafızasında bulunan kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla kullanılan tanıma tekniklerden birisidir (Özatlı ve Bahar, 2010).

2. BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Öğrenme

Bireyin kendi yaşantısıyla, ne düşündüğü, nasıl baktığı, öğrenme stilleri, zihinsel potansiyeli, yaratıcılığı, kendine dönük düşünceleri, hazır bulunuşluk düzeyi, gelişim düzeyi; içinde yaşadığı sosyo - kültürel koşullar, öğretmen, öğretim yöntemleri, öğretimin içeriği ve sınıfın fiziksel düzeni gibi iç ve dış değişkenler ile ilgili olma sürecidir öğrenme (Senemoğlu, 1998). Aktif bir süreç ve bireysel bir etkinlik olan öğrenme, bireyin çevreye uyumunu sağlar (Yılmaz ve Sümbül, 2004; Kılıç, 2004). Tekrar ve yaşantı sonucu davranışlarda gözlenebilen kalıcı, izli değişiklikler öğrenmeyle gerçekleşir (Ertürk, 1984; Aydın, 2004; Kılıç, 2004).

Psikoloji biliminin gelişimiyle öğrenme ile ilgili farklı yaklaşımlar ileri sürülmüştür. Öğrenme sürecinde, bireyin daha aktif bir rol alıp bu süreci kontrol etmesi ön planda iken, bazı durumlarda pasif bir rol alıp sadece çevreden gelen uyarıcılara istenilen tepkinin verilmesi görüşü ağır basmaktadır (Korkmaz, 2004).

Davranışçı kurama göre öğrenme, uyarıcı ve sonrasında gösterilen davranış arasında gerçekleşen bir işlem olarak açıklanmaya çalışılmaktadır. Bireyin kendine yöneltilen uyarıcıya karşı geliştirdiği tepki, öğrenme ürünü bir davranıştır. Bu kuramda, davranışın; gözlenebilir, ölçülebilir, başlangıcı ve sonucunun olması gerekli görülür. Pekiştirme, güdülenme, tekrar gibi süreçler öğrenmede önemli bir yere sahiptir (Fidan, 1996; Senemoğlu, 1998; Eranlı, 2004). Sosyal öğrenme kuramına göre öğrenme, insanlar çevrelerinde olup biteni gözlemleyerek başkalarını kendilerine model alarak, taklit eder (Korkmaz, 2004).

Bilişsel kuramcılara göre öğrenen, dış uyarıcıların pasif bir alıcısı değil, çevresinde olup bitenin, özümleyicisi ve davranışların aktif oluşturucusudur. Öğrenen kendi öğrenmesinin sorumluluğunu taşır ve verileni olduğu gibi almaz,

verilenin taşıdığı anlamı keşfeder ve verilen bilgiler arasından uygun olanını tercih ederek alır (Fidan, 1996; Akboy, 2000; Erden ve Akman, 2006).

Bilişsel kuramcılar, öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini doğrudan gözlemlemenin olanaklı olmadığını, ancak içsel bir süreç sonrasında ortaya çıktığını kabul eder, öğrenmenin, *algı, bellek, kavrama, yaratıcılık, hatırlama* gibi içsel süreçlerle ilişkisini araştırıp açıklamaya çalışırlar (Senemoğlu, 1998; Özden, 2003).

2.2. Matematik Öğretimi

Eğitim, bireyde davranış değişikliğinin gerçekleştiği ve kişilerin sosyal ve mesleki statüsünün şekillendiği bir süreçtir. Bu süreçte okul öncesinden başlayarak ilk, orta ve yükseköğretim gibi bütün eğitim kademelerinin ayrı özellikleri vardır. Bu dönemlerin her biri insanın hayatını yönlendirmeye ve ufkunu genişletmeye destek olmaktadır. Üretken ve güçlü bir toplumun inşası için en önemli görev ve sorumluluk eğitim kurumunun üzerindedir. Özellikle de bilimsel üretkenliğin kaynağı olması gereken eğitim okullar eğitim sürecinin merkezi konumundadırlar (Kandemir, 2007).

Matematik, öğrencinin ilgi ve ihtiyaçlarına dayalı olarak, öğrencinin potansiyelini geliştirmeyi hedef alan, öğrenci merkezli, bir eğitim sisteminde gereksinim duyulan alanların başında yer alır. Özünde soyut bir karaktere sahip matematiğin öğretiminde, küçük yaşlarda, somut deneyim ve işlemlerden başlansa da zihinsel bir sistem olarak soyut düşünmenin etkisi kaçınılmazdır. Dolayısıyla başlangıçta simgesel gösterimler kullanılmadan da matematik yapılabilsede simgeleştirme soyutlamayı kolaylaştırdığı için, ileri matematik için vazgeçilmezdir (Umay, 1996).

Matematik öğretimi ile öğrencilere, matematiksel düşünme yeteneği kazandırılmaya çalışılmalıdır. Öğrencilerin, matematiksel problemleri uygun sembollerle ifade edebilme, ispat yapabilme, mantıksal çıkarımda bulunabilme, genellemeye ulaşabilme ve matematikte öğrendiklerini hayatta karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullanabilme gibi yetenekleri kazanmaları sağlanmalıdır.

Bu yetenekleri kazandırıcı öğrenmenin olması için öğrencinin öğrenme faaliyetine bizzat katılması, kendi deneyimleri üzerinde düşünmesi ve bunlar üzerinde tartışmış olması gerekir (Baki, 1996).

Öğrencilerin matematiği nasıl öğrendikleri, öğretmen tarafından matematiğin nasıl öğretildiği veya daha önemlisi öğrencilerin matematik problemlerini çözmede ne tür bilgi ve tekniklerden yararlandıklarını bilmek için, işlemsel ve kavramsal matematik öğrenmeyi açıklayarak ulaşmak mümkündür. Kavram bilgisi sadece kavramı tanımak veya kavramın tanımını ve adını bilmek değil, aynı zamanda kavramlar arasındaki karşılıklı geçişleri ve ilişkileri görebilmektir. İşlem bilgisi ise işlemi meydana getiren iki ayrı kısım ile birlikte açıklanmaktadır. İşlem bilgisinin birinci kısmını matematiğin sembolleri ve dili oluşturur. Matematiksel semboller konunun yüzeysel özelliklerini verir, fakat anlamını açıklamaya yetmez. İşlem bilgisinin ikinci kısmı ise kuralları, matematiksel problemleri çözmek için kullanılan bağlantıları, somut nesnelere üzerindeki işlemleri, görsel diyagramları, zihinsel hayalleri veya matematiksel sistemin standart olmayan diğer nesnelere içerir (Baki ve Kartal, 2004).

Günümüz öğretiminde, öğrencilerin problem çözücü davranış kazanmaları hemen hemen mümkün olamamaktadır. Öğrenci, öğretmenin çözüm yolunu veya ders kitabındaki yolu aynen tekrarlamakla başarıya ulaşacağı kanaatindedir. Bu durum, “İşlemsel matematik görüşüne sahip öğrencilerin matematik öğrenmeleri için mutlaka kuralları ve bu kuralların hangi durumlarda uygulandığını öğrenmeleri gerekmektedir. Kavramsal görüşe sahip öğrenciler, öğretmenin yaptıklarını aynen tekrarlamak yerine kendi çözümünü üretir. Matematiği birbirine bağlı kavramlar ve düşünceler ağı olarak görür. Bu anlayışta olan öğrenci; varsayımda bulunma, analiz ve sentez yapabilme becerileri kazanır” şeklinde ifade edilmektedir (Baki ve Bell 1997).

Matematik öğretiminde konuların oldukça soyut olması, yalnızca işlem becerisine dayalı konu anlatımları ve derslerin öğretmen odaklı bir şekilde verilip öğrencilerin derse aktif olarak katılımının sağlanamaması gibi durumlar matematik derslerini monoton, sıkıcı ve anlamsız bir şekilde getirmektedir. Genellikle matematik

dersinde öğretmen, önce konu başlığını ve kavramın tanımını varsa bazı özelliklerini tahtaya yazar, bunlarla ilgili örnek alıştırmaları çözer ve arada bir de öğrencilere bazı sorular yöneltir. Öğrenci sınıfta aktarılan bilgiyi ezberleyip alıştırmalarına benzer sorular çözerek matematik sınavı için hazırlık yapar. Fakat bu süreçte öğrencilerin bir kısmı kavramın ne olduğunu anlayamadığından, kimisi de bu konu ne işimize yarayacak biçiminde düşündüğünden ve ders işleniş sırasında birkaç öğrencinin tahtaya kalkıp alıştırmaları çözmesi dışında, öğrencilerin çoğu yalnız seyirci konumunda kalıp kendini derse veremediğinden, konuyu bir türlü benimseyemez ve öğretilmek istenen konuları kavrayamaz. Ders konusuna çoğu zaman sadece sınava hazırlanmak amacı ile çalışır. Sonuçta matematik sevilmeyen, usandıran, hatta korku veren bir ders durumuna dönüşür. Açıkçası bu anlayış ve yaklaşım istenen bir öğrenme modeli değildir; değişmesi ve değiştirilmesi gerekmektedir (Ulaş 2004).

Van De Walle'ye (1989) göre, matematiğin yapısına uygun bir eğitim;

- Öğrencilerin matematikle ilgili kavramları anlamalarına,
- Matematikle ilgili işlemleri anlamalarına,
- Kavramların ve işlemlerin arasındaki bağları okumalarına yardımcı olmaya yönelik olmalıdır.

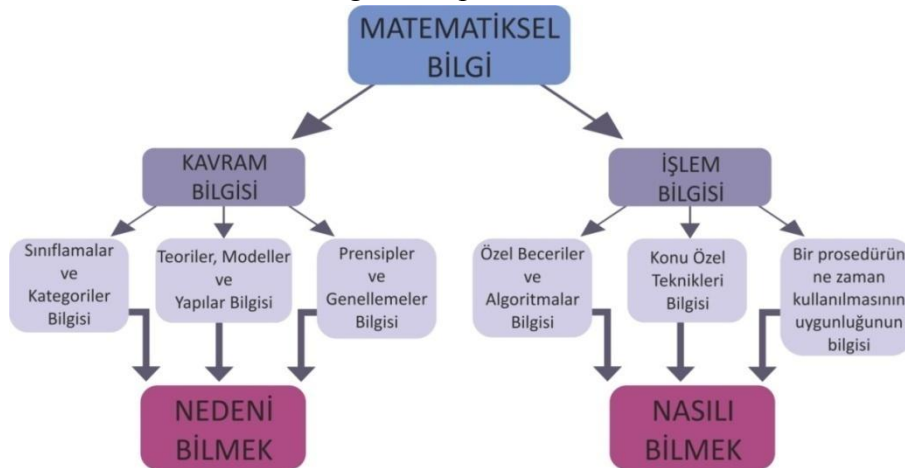
Matematiğin yapısına uygun öğretimin yöneltildiği bu üç amaç “ilişkisel anlama” olarak ifade edilmektedir. İlişkisel anlama; matematikteki yapıları anlama, sembolleri ifade ederek bunun kolaylıklarından faydalanma, matematikteki işlemler ile teknikleri anlama ve bunları sembollerle gösterme, metotlar, semboller ve kavramlar arasındaki ilişkileri kurabilme olarak açıklanabilir (Baykul, 2002).

Yenilenen matematik programları, geleneksel işlemsel ve bilgi odaklı matematik öğretimi yerine matematiksel kavramların sınıf ortamında tartışmalar sonucunda yapılandırıldığı kavramsal bir yaklaşımı esas almaktadırlar. Benimsenen bu kavramsal yaklaşımla sınıf ortamında işlemsel ve kavramsal bilginin dengelenmesi amaçlanmaktadır (MEB,2011)

Her hangi bir matematiksel kural söz konusu olduğunda, kuralın neden ve niçinleri açıklanmadığı veya anlaşılmadığı sürece, bu ezbere dayanan kuru bir işlem bilgisi olacaktır. Bu kuralın neden ve niçinleri öğrenildiği zaman kavramsal öğrenme gerçekleşir. Bu nedenle kavramsal bilgi işlemsel bilgileri de kapsayan bir özelliğe ve öneme sahiptir (Baki ve Kartal, 2004).

Matematik öğretimi uzmanları da matematiksel bilgiyi kavram bilgisi ve işlem bilgisi olmak üzere ikiye ayırmaktadırlar. Şekil-1 de belirtildiği üzere, Kavram bilgisi; sınıflamalar ve kategoriler bilgisi, prensipler ve genellemeler bilgisi, teoriler, modeller ve yapılar bilgisinden meydana gelmektedir (Anderson ve Krathwohl, 2001; Aktaran: Ata, 2013).

Şekil-1: Matematiksel Bilginin Yapısı



Kaynak: Anderson, L. W. & Krathwohl, D.R. (Eds.). (2001). *Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon. Aktaran: Ata, A. (2013).

Herhangi bir matematiksel kural söz konusu olduğunda, kuralın neden ve niçinleri açıklanmadığı veya anlaşılmadığı sürece, bu ezbere dayanan kuru bir işlem bilgisi olacaktır. Bu kuralın neden ve niçinleri öğrenildiği zaman kavramsal öğrenme gerçekleşir (Baki ve Kartal, 2004).

2.3. Anlamli Öğrenme

Anlamli öğrenme, eğitimin temel amaçları arasında yer alır ve öğrenmenin basit oluşumlarından farklı özellikler gösterir. Bilgi, ancak yapılandırılıp organize edildiğinde, anlamli ve anlaşılır bir öğrenme gerçekleşmektedir. Bilginin yapılandırılıp organize edilmesi, öğrenen tarafından bilginin çeşitli birimlerinin tanınip aralarındaki ilişkinin kurulması sürecini ifade etmektedir (Fardanesh, 2002).

Öğrenilecek bilgiler kendi içinde bir bütünlük ve anlamlılık taşırsa, öğrenmenin anlamli olarak gerçekleştirildiği söylenebilir. Öğrencinin aktif ve öğretmen ile yoğun bir etkileşim halinde olması gereklidir. Öğrenci, öğrenilecek konuyla ilgili doğru ön bilgilere sahip, öğrenmeye karşı istekli ve kararlı olmalıdır (Fidan ve Erden, 1987; Senemoğlu, 1998).

Ausubel'e göre, öğrenmenin çoğu sözel olarak gerçekleşmektedir ve önemli olan öğrenmenin anlamli olmasıdır. Sözel öğrenme, eğer etkili bir şekilde uygulanırsa, anlamli olabilir. Sözel yolla öğrenciye kısa sürede fazla miktarda bilgi aktarılır. Anlamli öğrenmedeki ön koşul, öğrenciye öğretilecek konuyla ilgili ön bilgilerin (Özmen, 2004).

Ausubel, bilişsel öğrenme sonucunda birey, günlük hayatta karşılaşması mümkün olan sorunları çözebilecek biçimde bilişsel yapısını harekete geçirip yapılandırdığını ifade etmektedir. Sağlam, açık, organize edici bilgiler, eğitimsel bir obje aracılığı ile öğrencinin kapasitesine göre yeni bir bilgiye dönüştürülecek nitelikte ise, bilginin hatırlanması kolaylaşacaktır. Öğrenme sürecinde yeni öğrenilen kavram, ilke veya bilgiler ile önceki bilgiler arasında anlamli bir bağ kurulmuşsa, anlamli öğrenme gerçekleşmiş olur. Bu bağlamda anlam, bilgi ile bilinç arasında yer alır. Ausubel, anlamli öğrenmenin üç boyutuna dikkat çekmektedir:

- a. *Sembollerin öğrenilmesi*: Semboller ve anlamları, bir nesnenin, durumun, olayın ya da kavramın özelliklerini betimlemelerinin yanında zihinsel, sosyal ya da fiziksel dünyayı da tasvir edebilirler.
- b. *Kavramların öğrenilmesi*: Kavram öğrenme, kavramın ne anlama geldiğinin bilinmesi ve öğrenilmesidir.

- c. *Bağlamların öğrenilmesi*: Bir cümle ya da önermenin bir bütün olarak ne anlama geldiğinin bilinmesi ve öğrenilmesidir (Berkant, 2007).

2.4. Bilgiyi İşleme Modeli

“Bilgi İşleme Modeli” soyut, kapalı ve doğrudan gözlemlenemeyen öğrenme sürecini, görselleştirip açık ve anlaşılır hale getirebilmek için geliştirilmiştir, öğrenenin merkezi sinir sisteminde var olduğu düşünülen yapılarını göstermektedir. Nörofizyolojik açıklamalara göre öğrenmeyi oluşturan bu yapıların sinirsel bir ağ olduğu ve bilgiyi dönüştüren süreçlerin ise elektrokimyasal bir değişime neden olduğu varsayılmaktadır (Senemoğlu, 1998; Senemoğlu vd., 2001; Özden, 2003).

Bilişsel yaklaşımı temel alan bilgiyi işleme kuramı, bireyin çevresini anlamada kullandığı varsayılan zihinsel süreçleri incelemektedir. Bilişsel yaklaşıma göre öğrenme, zihinsel yapıda meydana gelen değişiklik olarak kabul edilmektedir. (Gençdoğan, 2015). Bilişsel psikoloji üzerinde çalışan bilim insanları, davranışçı bilim insanlarının aksine öğrenmenin basit bir şekilde sadece gözlenebilen davranışlar ile açıklanmasını yeterli bulmayarak, öğrenmenin zihinsel süreçleri içeren bir yapıya sahip olduğu tezini doğrulamaya çalışmaktadırlar. Bilgiyi işleme kuramında birey, uyarınları algılama, anlama, sebep-sonuç ilişkisi içinde yapılandırma, değerlendirme ve gerektiğinde kullanmaktadır (Özden, 2003).

Bilgiyi işleme kuramı zihinsel süreçleri ve bu süreçlerin nasıl bir yol izlediği üzerinde durmaktadır. Biliş kavramı ise tüm zihinsel işlemleri kapsayan bir terim olarak kullanılmaktadır. Bilgiyi işleme kuramında öğrenme; bireyin yetenekleri, güdüleri, inançları, tutumları ve tecrübelerinden edindiklerinin sonucu olarak, ortaya çıkan bir karar verme sürecidir (Öztürk ve Kısaç, 2004). Kuramcılar, insan zihninde meydana gelen süreçleri tanımaya ve anlamaya çalışarak, öğrenmenin zihinde nasıl gerçekleştiğini açıklama çabası içerisindeyler. Bilgiyi işleme kuramı, dört temel soruya cevap aramaktadır (Senemoğlu; 1998; Gençdoğan, 2015):

- Çevreden gelen uyarılar nasıl alınmaktadır.
- Alınan uyarıcılar zihinde nasıl bir işleme tabi olmaktadır.
- İşlem tabi olan bilgiler zihinde nasıl korunmaktadır.
- Zihinde korunan bilgiler, nasıl geri getirilip (hatırlama) kullanılmaktadır.

Bilgiyi işleme kuramında süreç, çevreden gelen uyarıların duyu organları aracılığıyla seçilip alınmasıyla başlar, bu uyarıların işlenip, tanımlandıktan sonra korunması ile devam etmektedir. Bilgi depolarında korunan bilgiler gerektiği zaman geri getirilerek, amacına uygun kullanılmaktadır. Bilgiyi işleme kuramı, bilgi depoları/belek türleri; bilişsel süreçler ve biliş bilgisi/üst biliş olarak adlandırılabilen üç ana bileşenden oluşmaktadır (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004; Keleş ve Çepni, 2006). Bu durumda bilgi işleme modeli, bilginin korunması ve gerektiğinde hatırlanmasını sağlayan bellek, duyuşsal kayıt, kısa süreli bellek ve uzun süreli bellekten oluşan, bilgi işleme sistemi olarak betimlenebilir (Engin vd., 2008).

2.4.1. Bilgi Depoları/Bellek Türleri

Bilgilerin saklandığı ilk bilgiyi işleme kuramı bileşeni bilgi depolarıdır. Üç bellek olarak adlandırılan, *duyuşsal kayıt*, *kısa süreli bellek* ve *uzun süreli bellek* bilgi depolarını oluşturur (Yılmaz, 2005; Gençdoğan, 2015). Bilgiyi işleme kuramı davranışçı ve bilişsel yaklaşımın bir sentezidir (Gülten vd., 2009; Koç vd., 2001). Öğrenmeyi etkileyen temel yapılar, duyuşsal kayıt, kısa ve uzun süreli belleklerdir. Öğrenmeyi etkileyen süreçler *tanıma*, *algı* ve *dikkat*, *bilgiyi kodlama* ve *depolama*, *hatırlama* ve *örgütlemedir* (Senemoğlu, 1998; Senemoğlu vd., 2001; Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007). Bu süreç aşağıda Şekil-1’de gösterilmiştir.

Şekil – 2: Bilgiyi İşleme Kuramı



Kaynak: Senemoğlu (1998: 271) Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kitabından uyarlanmıştır.

2.4.1.1. Duyusal Bellek

Sınırsız bir kapasiteye sahip olan duyuusal bellek dışarıdan gelen tüm uyarıcıları algılayabilmektedir. Dikkat süreci ile ilişkili olup dışarıdan gelen uyarıcılara dikkat ettiğimizde ilk olarak duyuusal kayıt tarafından alınırlar. Buraya gelen bilgiler eğer kısa süreli belleğe gönderilmezse çok kısa sürede unutulur (Yılmaz, 2005; Şişman, 2006; Gençdoğan, 2015).

Çevrede bulunan bilginin duyuusal kayıttan, kısa süreli belleğe aktarılmasında “dikkat” ve “algıda seçicilik” süreçleri önemli bir işleve sahiptirler. Dikkat süzgecinden geçip algılanan uyarıcılar, önce kısa süreli belleğe aktarılır (Şişman, 2006; Gençdoğan, 2015). Dikkat ve algıda seçicilik süreçleri çok sayıda işlemi aynı anda gerçekleştirmez. Örneğin; öğrenciler, tahtadaki şekli, defterlerine çizmeye çalışırken, öğretmenin şekil hakkında açıklama yapması; öğretmen tarafından yapılan açıklamaların, öğrenciler tarafından duyuusal kayıttan geçirilip kısa süreli belleğe aktarılması gerçekleşmez (Senemoğlu vd., 2001).

Duyuusal belleğe alınan bilgi kısa bir sürede işleme tabi tutulmazsa, bilginin uzun süreli belleğe transferi gerçekleşmez ve bilgi unutulur, gerektiğinde çağırıldığı zaman tekrar geri getirilemez. Duyuusal bellek, bireyin yaşamında kritik bir öneme sahiptir. Birey okuduğu veya işittiği bir cümlenin sonu gelmeden başlangıçtaki sözcükleri unutsaydı, cümleyi anlamlandırması olanaksız olurdu (Senemoğlu, 1998).

2.4.1.2. Kısa Süreli Bellek

Duyusal kayıtla gelen bilgiler kısa süreli bellekte işlenerek, uzun süreli bellekteki korunan bilgilerle ilişkilendirilip, anlamlı ve önemli görülürse uzun süreli belleğe gönderilir. Kısa süreli bellek, işleyen veya çalışan bellek olarak da isimlendirilmektedir (Gülten vd., 2009). Kısa süreli belleğin kapasitesi sınırlı olmakla birlikte bilgiyi yaklaşık 20 saniye kadar hafızada tutmak mümkündür. Bilgiyi kısa süreli bellekte tutmanın en etkili yolu ise tekrar yapmaktır. İşleyen bellekte, daha önce öğrenilmiş bilgilerle ilişkilendirilen, anlamlandırılan bilgiler özgün bir kodla, uzun süreli belleğe gönderilir (Öztürk ve Kısaç, 2004; Gençdoğan, 2015).

Duyu organlarının etki alanına giren uyarıcı, işleme tabi tutularak algılanır. Yürütülen işlemde, uyarıcının ne olduğuna karar verilir. Bir başka ifadeyle, duyu organlarıyla alınan uyarıcıların tanımlanma işlemi yürütülür. Bilgiyi işleme kuramına göre, karar ve tanımlama işlemi kısa süreli bellekte gerçekleşir. Duyu organına gelen uyarıcı, “dikkat” ve “algıda seçicilik” süreçlerinden geçip kısa süreli belleğe gelmektedir. Kısa süreli belleğin kapasitesi sınırlı olup 5-9 bilgi birimi kadar olduğu düşünülmektedir. Bireyler *gruplama* işlemi ile bu kapasiteyi geliştirebilirler (Senemoğlu, 1998; Senemoğlu vd., 2001; Öztürk ve Kısaç, 2004; Deryakulu, 2001; Keleş ve Çepni, 2006).

Sınırlı bir kapasiteye sahip olan kısa süreli bellek, sadece sözlü anlatıma dayalı olan derslerde öğrenmeyi büyük ölçüde engellenmektedir. Çünkü sunuş yolu ile ders işlenişinde, öğrenciye kısa zamanda birçok bilgi sözel olarak aktarılmaktadır. Öğrenci hızlı bir biçimde art arda gelen fikirleri anlamlandırıp uzun süreli belleğe göndermeye fırsat bulamadan kendisine sunulan bilgiyi unutmaktadır. Dolayısıyla, öğretmen, kısa sürede çok şey anlatıp öğrencinin çok az öğrenmesine neden olmak yerine, kendince önemli şeyleri belirleyip, öğrencilerin mümkün olan en yüksek oranda öğrenmelerini güvence altına almak durumundadır (Senemoğlu vd., 2001).

Eğitimde kısa süreli belleğin sınırlı kapasitesini etkili biçimde kullanmak için bilgilerin ayrıştırılarak, küçük parçalara ayrılarak verilmesi, tekrar edilmesi, bilginin uzun süreli belleğe kaydedilebilmesi için öğrenciye yeterli sürenin verilmesi, kritik,

önemli bilgilerin vurgulanması, kısa süreli belleğin etkin kullanımı için uygun strateji ve yöntemlerin devreye sokulup kullanılması gerekmektedir (Keleş ve Çepni, 2006).

2.4.1.3. Uzun Süreli Bellek

Bilginin kodlanarak korunduğu ve depolandığı bellek türüdür. Uzun süreli bellek, nöronlar arasındaki bağlantılarda yani sinapslarda yapısal değişme ile ortaya çıkmaktadır. Sinapslar ya güçlenmekte ya da komşu nöronlarla yeni bağlar, yeni kollar oluşturmaktadır. Beyindeki bu değişmeler de bilginin uzun süreli bellekte sürekli olarak kaldığını göstermektedir (Senemoğlu vd., 2001; Öztürk ve Kısaç, 2004; Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007; Deryakulu, 2001).

Uzun süreli bellek, kısa süreli bellekten gelen bilginin uzun süreler için depolanmasında rol alır. Uzun süreli bellek, sinir hücreleri arasındaki elektriksel etkinlik gibi değişken olaylardan bağımsızdır. Bu bellek türünde öğrenme sonrası gerçekleşen olaylar daha çok yapısal değişiklikler oluşturur (Engin vd., 2008).

Kısa süreli belleğin aksine, uzun süreli belleğe ulaşan bilgi uzun süre korunmaktadır. Bilgiyi işleme sürecinin son basamağı olan uzun süreli belleğin kapasitesinin de sınırsız olduğu kabul edilmektedir (Yılmaz, 2005). Uzun süreli bellekte sözcükler genellikle işitildikleri sesleriyle birlikte değil, taşıdıkları anlamları ile saklanmaktadır. Ayrıca uzun süreli bellekte ses, koku ve görüntülerin saklanması da söz konusudur (Keleş ve Çepni, 2006).

Uzun süreli belleğe gelen bilgiler, *şema* adı verilen yapılar içinde depolanmaktadır. Şema kavramı ilk olarak Piaget tarafından kullanılıp, açıklanmaya çalışılmıştır. Şemalar, birbirine bağlı olan fikirler, ilişkiler ve işlemler dizisi olarak tanımlanabilir. Bir başka ifade ile şemalar, nesne, durum veya olayları benzerlik ve farklılıklarına göre düzenleyen bilişsel yapılarıdır. Öğrenmek için, bir olayı veya bir öyküyü, ders kitabındaki bir konuyu, sınıfta işlenen bir dersi anlamak için uygun şemayı seçip ayrıntıyı bunun içine yerleştirmek gerekir. Uygun şemayı bulmaksızın herhangi bir şeyi anlamaya çalışmak, bilmediğimiz bir yolda, harita veya pusula kullanmadan yürümeye benzer (Senemoğlu vd., 2001; Gençdoğan, 2015).

Bilgi sayısı veya kapasitesi arttıkça yeni şemalara da gereksinim duyulmaktadır. Şemanın doğru bir biçimde oluşturulabilmesi için eğitimciler tarafından bir takım önlemlerin alınması gerekmektedir.

- Küçük yaşlardaki çocukların yeni oluşacak öğrenmelerinde yanlış anlama ve yanlış şema oluşmasını önlemek amacıyla somut görsel uyarıcılar kullanılmalıdır. Daha önce görmediği ve tanımadığı bir hayvanı çocuğa öğretmek ve bununla ilgili doğru şema oluşturmak için, resim, fotoğraf, film, video ve slayt gibi görsel uyarıcılardan yararlanmak etkili olacaktır. Görsellerin yoğun kullanıldığı böyle bir yöntem, sözel açıklamaya dayalı yöntemlerden çok daha etkili bir öğretme-öğrenme etkinliği olacaktır.
- Küçük yaşlardan itibaren birey ne kadar çok deneyim yaşarsa, o kadar çok şema geliştirecektir. Bu sebeple daha çok şemaya sahip olan öğrenciler, okul öğrenmeleri bakımından üstünlüğe sahip olacaklardır.
- Eğitimciler, öğretilen bir konuya ilişkin oluşabilecek yanlış veya eksik öğrenmeleri engellemek ve bu durumu en kısa sürede düzeltmek için ders sonlarında, işlenen konu hakkında değerlendirmeler yaparak doğru şemaların oluşmasını kontrol etmeleri ve bir sonraki öğrenmelerin bunun üzerine inşa edilmesini sağlanmalıdır (Senemoğlu vd., 2001).

Uzun süreli bellek üç temel bölümden oluşur. Bunlar; *anısal*, *anlamsal* ve *işlemsel bellektir*. Uzun süreli belleğe ulaşan bilgiler rastgele değil; sistematik olarak saklanır. Bilgiler, depolanırken bu üç bellek türünden uygun olan bir bölüme yerleştirilir (Gençdoğan, 2015).

Kişisel yaşantılarla ilgili olaylar *anısal* bellektedir. Özyaşamsal bellek olarak da adlandırılır. Yaşantılarımız sonucu edindiğimiz bilgiler burada depolanır. Anısal bellek, belirli bir zaman, yer ve olaylarla ilgilidir. Okul sıralarına oturduğunuz ilk gün veya ilk ders, hayatınızda en çok utandığınız olay, en sevinçli veya üzüntülü gününüz gibi (Yılmaz, 2005). Anılar çaba gösterilmeden öğrenilir, fakat anıların birbirine karıştırılma riski bulunmaktadır. Bu sebeple öğrenilen bilgiyi hatırlamakta zorluklar yaşanır. Ancak, bizim için çok önemli ve travmatik olaylar üzerinden çok

uzun zaman geçse de ayrıntılarıyla hatırlanır. Olağan ve rutin gerçekleşen olayların hatırlanması zordur, çünkü yeni olaylar daha önce gerçekleşen kayıtları, önemsiz hale getirir veya bozabilir (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004; Yılmaz, 2005).

Anlamsal bellek, bilgilerin şemalar ve bilgi önerme ağları şeklinde depolandığı, kavramlar, genellemeler, ilkeler, kurallar ve olaylar gibi genel bilgilerin yer aldığı bölümdür. Anlamsal bellek bilgiyi hem görsel hem de sözel olarak kodlanmış ve birbirleri ile ilişkilendirmiş olarak depolar. Problem çözme, dil bilgisi gibi genel bilgiler burada yer alır. Okulda öğrenilen bilgilerin büyük kısmı anlamsal bellekte korunur. Anlamsal bellekteki bilgi birikimlerinin her biri bir diğeri ile doğrudan ve dolaylı ilişkilidir (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004; Yılmaz, 2005).

İşlemsel bellek, bir işin nasıl yapıldığına ilişkin bilgilerin bulunduğu bilgi deposudur. İşlemsel bellekte işlemlerin aşamalarının oluşması uzun zaman almakla birlikte oluştuktan sonra hatırlanması çok kolaydır. Çünkü yapılması gereken işlem basamakları tekrar ve ezberleme işlemi otomatikleşmiştir. İşlemsel bellek, araba kullanmak, yazı yazmak, dikiş makinesi kullanma, futbol oynama, yüzmeyi öğrenme ile ilgili kuralların ve işlem basamaklarının depolandığı bellektir (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004; Yılmaz, 2005).

2.4.2. Bilişsel Süreçler

Alınan bilginin bilgi depoları arasındaki geçişini sağlayan bilgi işleme modelinin ikinci ana ögesi olan bilişsel süreçlerdir. Bu süreçler; *dikkat, algı, tekrar, kodlama ve geri getirme*'dir. (Senemoğlu, 1998; Senemoğlu vd., 2001; Yılmaz, 2005)

2.4.2.1. Dikkat

Birey aynı anda birçok uyarım ile karşı karşıya kalabilmektedir. Dikkat, bilincin bir noktada toplanıp yoğunlaşması sürecidir (Şişman, 2006). Öğrenme, merak ve dikkat etme süreci ile başlar. Dışarıdan gelen uyarıcılar duyu organları

yoluyla alınır. Dışarıdan gelen uyarıcılar öncelikle duyuşal kayıta gelir ve burada uyarıcı dışarıdan alındığı şekliyle hiçbir değişikliğe uğratılmadan saklanır. Sonra hemen kısa süreli belleğe gönderilir. Dikkat, duyuşal bellek ile alınan bilginin işleme süreci olarak da ifade edilebilir (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004).

2.4.2.2 Algı

Çevreden duyu organlarına gelen uyarımların anlamlı hale getirilmesi sürecine algı denir. Algılama süreci çevreden gelen uyarıcılara dikkat etmemizle başlamaktadır. Gestalt psikologlarına göre, bir bütün kendisini oluşturan parçalarına göre daha anlamlı olup, ayrı ayrı değil de anlamlı bir obje olarak görünmektedir. Duyusal belleğe gelen çevresel uyarıcılardan, sadece algılanan bilgiler kısa süreli belleğe aktarılmaktadır (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004).

2.4.2.3. Tekrar

Kısa süreli bellekte bilginin daha uzun süre kalabilmesi için bilgi tekrar edilerek saklanır. Tekrar, kısa süreli belleğe gelen bilginin, daha uzun süre bu bellekte kalmasını sağlamak amacıyla yapılan zihinsel etkinliktir. Bilginin birkaç kez yinelenmesi hatırlanmasını kolaylaştırmaktadır. Ancak yine de bilgiyi yineleme yoluyla uzun süreli belleğe yerleştirme, bilgiyi işlemenin yüzeysel bir biçimidir (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004).

2.4.2.4. Kodlama

Gelen bilgilerin uzun süreli belleğe yönlendirilip kaydedilmesini sağlamak için yapılan işlemdir. Bu yönlendirmenin kalıcı olarak gerçekleşebilmesi için öncelikle işleyen bellekteki bilginin uzun süreli bellekteki bilgilerle ilişkilendirilmesi, anlamlandırılması gereklidir. Birey kodlama sürecinde bilgiye yönelik zihinsel semboller oluşturur. Bilginin uzun süreli belleğe gönderilebilmesi için birey tarafından anlamlı şekilde ilişkilendirilip kodlanması gerekmektedir. Kodlama her birey için özgündür. Birey kodlama işlemini kendisi için en anlamlı olacak şekilde gerçekleştirir (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004).

2.4.2.5. Geri Getirme

Uzun süreli bellekte bulunan bilgilerin gerektiğinde kullanılmak üzere işleyen belleğe (kısa süreli bellek) getirilmesidir. Geri getirme işleminde önemli olan saklanan bilgileri geriye getirecek uygun ipuçlarının bulunmasıdır. Geri getirme diğer bir ifade ile hatırlamadır. İhtiyaç halinde bilginin uzun süreli bellekten bulunarak açığa çıkarılması işlemdir. Birey kendisi için gerekli olan bilgiyi uzun süreli bellekte arayıp bularak, kısa süreli belleğe getirip davranışa dönüştürür. Bilgiyi uzun süreli bellekten geri getirme ile bilginin uzun süreli belleğe yerleştirilmesi için yapılan kodlama arasında önemli bir ilişki vardır. Etkili ve anlamlı bir kodlama yapılarak bilgiyi geri getirme kolaylaştırılır (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç, 2004).

2.4.2.6. Unutma

Unutma, bilginin uzun süreli belleğe yerleştirilememesi ya da geri getirilememesidir. Duyusal kayıta öğrenen birey, bilgiye dikkat etmezse bilgi hemen unutulur. Kısa süreli bellekte bilginin kalabilmesi için tekrarlanması, işlenmesi gerekmektedir. Yoksa bilgi kısa süre içerisinde kaybolur, yani unutulur. Uzun süreli bellekte bilgi kodlama ile yerleştirilir. Uzun süreli bellekteki bilginin kaybolması pek olanaklı değildir. Sadece bireyin aradığı bilgiyi uzun süreli bellekte bulamaması ya da çeşitli nedenlerle ulaşılamaması durumu mümkündür (Senemoğlu, 1998; Öztürk ve Kısaç 2004; Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007).

2.4.3. Üstbilis / Bilis bilgisi

Üstbilis bilgiyi işleme kuramının üçüncü ögesi olup bilişsel süreçlerle ilgili bilgileri ve bunların denetimini içerir. Bilgiyi işleme sürecinde üstbilis, öğrenme sürecinin diğer bileşenleri olan bilgi depoları ve bilişsel süreçlerin bir bütünlük içinde işlemesini sağlar. Üstbilis dikkat, algı, yineleme, kodlama ve geri getirme gibi bilişsel süreçleri denetler ve yönlendirir (Senemoğlu, 1998).

2.5. Kavram

Bilişsel becerilerin gelişmesi, büyük ölçüde kavramların yerleşmesi ile gerçekleşir. Kavram, benzer nesnelere, insanları, olayları, fikirleri, süreçleri gruplamada kullanılan bir kategoridir (Senemoğlu 1998). Kavram, insan zihninde anlaşılan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısı (formu) dır, bir değişkendir; bir sözcükle ifade edilir (Ülgen 2001).

Temelde, kavramlar insanlarla ve onların duygu, düşünce, hareket bütünlüğü içinde edindikleri tecrübeleri ile var olurlar. İnsanların ürettiği bu kavramlar dünyayı anlamaya ve onunla bütünleşmeye yarayan, sonuçta insanlar arası iletişimi sağlayan ve ilkeler geliştirmeye temel olan bir çeşit bilgi formudur. Eğitim çoğu zaman kavramların öğrenilmesiyle ilgilidir.

Herhangi bir nesne ya da olayın temel unsur ve özelliklerini içeren soyut alana ait kavramlar; soyutlanmış ve genelleştirilmiş simge veya nesnelere ortak ögesi olarak anlaşılır (Akınoğlu, 1995).

Kavram ve kavram imajı terimlerini Tall ve Vinner (1981); Kavram, bir kavramı tanımlamak için kullanılan kelimeler ve sembollerden oluşan formdur. Kavram imajı terimi ise, kavram ile bağlantılı olarak kişinin zihninde oluşan resim, kavramla ilgili özellik ve süreçleri kapsayan bilişsel yapı olarak açıklanmaktadır, şeklinde tanımlamışlardır.

Kavramlar arasında anlamlı ilişkiler kurabilmek için öncelikle kavramların taşıdığı anlamı bilmek gerekmektedir. Anlamlı bir öğrenmenin oluşabilmesi için bir bilginin okunuşu ve yazılışından ziyade o bilginin birey için ne anlam ifade ettiğinin bilinmesi gerekir. Bir kavramın oluşması için, bilgi birimlerinin bilişsel kodlara dönüştürülüp uzun süreli belleğe aktarılması gerekir (Redd, 2004 ; Aktaran, Berkant, 2007)

Bebeklik çağını geçirmiş olmasına karşın, bilişsel gelişim düzeyi kavram gelişimine olanak vermeyen çocuğun düşünmesi, bebeğin düşünmesi gibi sadece duyuşsal algılamalarıyla sınırlıdır. Bir grup varlık, olay, fikir, bilgi ve süreçlerle ilişkiler kurulmasına yardım eden kavramların bazıları somut ve basit, bazıları ise soyut ve karmaşıktır. Bireyler somut ve basit kavramları kendi kendilerine veya

çevrelerinden öğrenebilirlerken, soyut ve karmaşık olan kavramları öğrenmek için genellikle sistematik bir desteğe ihtiyaç duymaktadır (Senemoğlu, 1998).

Kavram bilgisini tam olarak verebilmek için öğretmenin dikkat edeceği nokta, konu ile ilgili tanımları tam olarak kazandırmaktır. Kavramın ne olduğunun yanı sıra, ne olmadığını da verilmesi gerekir (Altun, 2007).

2.5.1. Kavram Gelişimi / Oluşumu

Soyut düşünce olan kavramların dış dünyada somut olarak bulunmaları beklenmez, ancak insanın düşünce sisteminde yer almaktadırlar. Gerçek dünyada ancak kavramların örnekleri bulunmaktadır. Kavram öğrenme sadece nesnelere basit bir şekilde adını veya tanımını söyleme, sıralama ya da sınıflama ile sınırlı olmayıp üst düzey bilişsel süreçleri de kullanmayı gerektiren, karşılaştırma veya genelleme yapmayı da kapsamaktadır (Cantekinler vd., 1999).

Kavram oluşumunun temeli çocuğun çevresi ile etkileşime başlaması ile atılmaya başlar. Bebeklik döneminde kazanılan nesne devamlılığı kavram gelişiminin önemli bir basamağını oluşturur. Büyüklük, ağırlık, şekil, zaman ve mekan gibi matematikle ilgili pek çok kavram bu dönemde kazanılmaya ve gelişmeye başlar (Avcı ve Dere, 2002; Aktaş Arnas, 2006). Bundan dolayı, çocuğun ileriki okul yıllarında gerekli olan matematiksel beceriler için matematik kavramı ile ilgili temelin sağlam bir şekilde oluşturulması ve bu temelin uygun eğitim yaşantıları ile güvence altına alınması gerekir (Cantekinler vd., 1999). Kavramlar deneyimler ile zenginleşmekte ve çocukların beyin olgunlukları ile gelişim göstermektedir. Kavram gelişimi basitten-zora, somuttan-soyuta, yakından-uzağa doğru bir yol izlemektedir (Aktaş Arnas, 2006).

Çevresinde gözlemlendiği uyaranları gruplaması ve kendisine göre aynı grupta yer alan nesnelere benzer tepkilerde bulunması bireyde kavram oluşturma olarak kendisini gösterir. Çocuklar yaşamlarının ilk yıllarında bu süreci daha çok tümevarımsal bir yaklaşımla sürdürmekte; bu yolla, hem nesnel hem de öznel kavramlar oluşturmaktadır (Hayran, 2010). Zaman, bellek süreci, dikkat ve

odaklaşma, kavram öğrenme stratejileri, dil ve diğer gelişim alanlarında gözlemlenen düzey, kavram öğrenme sürecini etkileyen faktörler olarak sayılabilir (Ülgen, 2001).

Kavram bilgisi, içerik olarak doğru ve ilişkişel açıdan zengin bilgi olarak açıklanmaktadır. Kavram bilgisi yalnızca kavramı tanımlamak değil aynı zamanda kavramlar arası ilişkilendirme ve genelleme yapabilme becerisini kapsar. Kavram bilgisi, o kavram ile bireyin o kavram hakkında sahip olduğu bilgiler arasında oluşturduğu ilişkilendirme ve genellemelerden oluşmaktadır. Bir kavram diğer matematiksel kavramlarla ilişkilendirilirse, ancak o zaman söz konusu kavram anlam kazanır ve bireyin zihninde kavramsal öğrenme gerçekleşmiş olur. Kavram bilgisi çok çeşitli ve farklı kavramların ilişkileriyle birbirleri ile ilişkilidir. Kavram bilgisi bir zincir halkası olarak düşünülürse, her bir halka ayrı bir bilgi içerir (Baki, 2006; Soylu ve Aydın, 2006).

Kavram, bireyin bir bilgiyi diğer bilgilerden ayırt etmesini ve onlarla ilişkilendirmesini sağlayan bir üst bilgi birimdir. Bu bilgi, bir ikon, bir sembol ya da bir anlam olabilir. Her birey için zihnindeki kavramlar kendine özgüdür ve biriciktir. Bu kavramlar, bireyin formal ve informal öğrenme tecrübeleri sonucunda oluşmuşlardır. Bireyin içsel olarak betimledikleri ve bireyin belleğine kodladıkları haldedirler. Bu nedenle, zihinsel yapılar olarak kavramlar, olgunlaşan bir bireyin devamlı olarak değişen ve gelişen bilişsel yapısının önemli bileşenleridirler (Berkant, 2007).

2.5.2. Matematiksel Kavramlar

Başlı başına bir dil ve birçok temel kavrama sahip olan matematik, bir soyutlama bilimidir ve matematik kavramlar soyutlama sonucu elde edilmektedir (Altun, 2007). Matematik konuları diğer derslere göre daha güçlü bir sarmal özelliğe sahiptir. Matematiğin hiçbir dış katkı almadan kendisini üretmesi, yani ardışık ve yığılmalı bir bilim olması bunun nedenlerindedir. Dolayısıyla herhangi bir kavram, onun ön koşulu durumundaki diğer kavramlar kazandırılmadan tam olarak verilemez (Altun, 2007).

Kavramlar, diğer kavramlardan yalın olarak, tek başına bir anlam ifade etmez. Kavram, kendisinin anlamını taşıdığı grupla ilişkilendirilirse söz konusu kavramla ilgili anlam anlaşılır. Kavramın taşıdığı anlam anlaşıldığı sürece kavram bilgisi gerçekleşir. İnsanlar yeni şeyler öğrenirken bunları daha önceki bilgileri üzerine inşa ederler. Benzer şekilde, matematiksel bilgiler de var olan eski bilgilere eklenir. Ne zaman ki yeni bilgi eski bilgi ile uygun bir şekilde ilişkilendirilebilir ve uzlaştırılabilirse o zaman söz konusu kavramla ilgili anlama meydana gelir (Baki ve Kartal, 2004).

Matematikte kullanılan kavramlar genellikle soyut, karmaşık ve hiyerarşiktir (Nesbit, 1996). Matematik konularına ait kavramları ezberlemek oldukça zordur. Kaldı ki bu kavramlar ezberlense dahi gerektiği yerde kullanmak için yeterli bir kazanım değildir. Bu yüzden bir matematiksel tanımları anlayabilmek için, tanımın içinde geçen her bir ifadeyi yorumlayabilmek önem kazanmaktadır. Matematik konularının birbirleri ile ilişkisi, herhangi bir konuya ait herhangi bir kavramın öğrenilebilmesi için o kavramın içinde geçen ifadelerin de biliniyor olmasını zorunlu kılmaktadır (Kandemir, 2004). Bu biçimdeki öğrenmeyi göz ardı etmek, kavram öğreniminin istenilen düzeylerde olmamasının en önemli nedenleri arasındadır (Kandemir, 2007).

Matematiksel kavramlar, doğaları gereği soyut bir nitelik taşımaktadırlar. Bu sebeple zaman zaman öğrencilerin bu kavramları yapılandırmada güçlüklerle karşılaşmaları beklenir. Bu güçlüğü ortadan kaldırmak için öğretim programlarında ele alınan kavramlar, somut ve sınırlı örneklerden yola çıkılarak ele alınmıştır (MEB,2011).

Matematik kavramlarının öğrenilmesi ve öğretilmesi önemlidir. Matematiği öğrenme, kavram gelişimi ve çocuğun yaşamış olduğu günlük somut deneyimler ile yakından ilgili olup; betimleme, örüntüleme, kıyaslama, eşitleme, sınıflama, gözlemlenme, sıralama, ölçme ve semboller kullanma (rakam tanıma, rakam yazma) ve grafik çizme gibi konular çocukların gelecekte matematiği anlayarak öğrenmelerini kolaylaştırarak onların kavramları anlamalarını ve kullanmalarını sağlar (Polat Unutkan, 2007).

2.6. Bilişsel Yapılar

Spearman'ın teorisine göre tüm bilişsel etkinliklerde ortak bir “genel” faktör vardır. Ayrıca her etkinliğin dayandığı “spesifik” bir faktör bulunmaktadır. İnsan yaşamındaki etkinliklerin çeşidi ve sayısı kadar spesifik faktörler var demektir. Etkinlikleri çeşitlendiren özel yeteneklerin kendini göstermesi söz konusu spesifik faktörlerin gelişme olanağı bulmasına bağlıdır (Yıldırım, 1983).

Bir diğer model, çok faktör teorisidir. Bu modele göre, bilişsel yapıları oluşturan yetenekler, aynı düzeyde bir takım grup faktörlerinden ibarettir. Bunlar; sözel kavrayış yeteneği, kelime akıcılığı yeteneği, sayı yeteneği, uzay kavrayış yeteneği, çağrışım (bellek) yeteneği, algılama yeteneği ve genelleme yeteneğidir (Yıldırım, 1983).

Bir üçüncü teori ise Vernon tarafından ortaya atılan katlı yapı modelidir. Vernon zihin yapısını üç katlı bir bina olarak düşünmektedir. En üst katta Spearman'ın “genel” faktörü, orta katta “temel grup faktörleri” alt katta ise spesifik faktörler yer almaktadır. Ayrıca Vernon orta katta yer alan temel grup faktörlerini akademik yetenekler ve pratik-mekanik yetenekler olarak iki ana kategoride toplamaktadır.

Çok sayıda olan faktörler arasından bir takım ilişkiler bularak yeni bir teori geliştiren (Yıldırım, 1983) Guilford, kimya biliminde elemanları gösteren periyodik tabloya benzer bir modelle bilişsel yapıyı üç boyutlu bir sitemde göstermektedir. Üç boyut üzerinden, insanın bilişsel yapısında varolduğu ileri sürülen birbiri ile ilişkili üç boyuttan ilki bilişsel düşünme işlemlerini; ikincisi düşünmenin içeriğini ve üçüncüsü düşünme ürünlerini ele almaktadır.

Düşünme işlemleri; bilme – ezberleme - açık düşünme - kapalı düşünme ve değerlendirme faktörlerini,

Düşünme ürünleri ise; birimler – sınıflar – bağıntılar – sistemler - dönüştürmeler ve içermeleri,

Düşünmenin içeriği; biçimsel – sembolik - semantik ve davranışsal faktörleri kapsamaktadır.

Modelde, işlemler, ürünler ve içerik boyutları arasındaki ilişkiler hesaplandığında (5x6x4) 120 faktöre insanın bilişsel yapısında yer verildiği görülmektedir. Ancak bu faktörlerin tümünün bilindiğini söylemek henüz mümkün değildir (Aktaran: Yıldırım, 1983).

Doğumdan itibaren bireyin anlama, yorumlama ve öğrenme biçiminde hem nitelik hem de içerik açısından giderek yeterli hale geldiği süreç, bilişsel gelişimdir. Biliş, canlının, bir nesne veya olayın varlığına ilişkin bilgili ve bilinçli duruma gelmesidir (TDK, 1988). Hayran'a (2010) göre biliş, insanın, kendini ve çevresini anlama, yorumlama ve öğrenme eylemlerini gerçekleştirmesini sağlayan zihinsel faaliyetlerin tamamıdır. "Bireyin gelen mesajları ayırmada kullandığı birbiriyle bağlantılı kategoriler" bilişsel yapı olarak tanımlamaktadır (Davidson, 1977). Neisser'e bu süreçte, kavramlar ve nesnelere ilişkilendirilmeleri sonucunda bilgiler yeniden düzenlenir ve mevcut olan bilgiler organize edilir (Aktaran: Uçak ve Güzeldere, 2006).

Piaget'e bilişsel yapıları; şema, özümleme, örgütleme, düzenleme ve dengeleme olarak ele almıştır (Senemoğlu, 1998).

Şema yeni gelen bilginin yerleştirileceği ilk çerçevelerdir (Senemoğlu,1998). Şema, uzun süreli belleğe gelen yeni bilgileri benzerlik ya da farklılıklarına göre örgütleme ve düzenleme işlevini yürütür. Kısa süreli belleğe gelen bilgiler, uzun süreli bellekteki şemalarla karşılaştırılıp-ilişkilendirildikten sonra anlam kazanırlar (Hayran, 2010).

Neisser, bilişsel yapılar ile şemalar arasındaki ilişkide; bilişsel yapıların, karar vermede, öğrenmede ve hatırlamada çok önemli rol üstlendikleri ve bu sebeple organizmanın kendi tecrübelerini yapılandırmasının ve bu bilişsel yapıların doğasının, öğrenme ve hatırlama süreçlerinde çok önemli olduğunu kabul etmektedir. Bilişsel yapılar birer şema olarak kabul edilmektedirler. Bilgiyi yapılandırma süreci, geride zihinsel iz bırakır. Şemalar bu tip izlerden meydana gelirler ve yoğun

aktiviteler sırasında ayrıntıları kendini belli eder, böylece gerektiğinde hatırlamayı sağlarlar (Aktaran: Berkant, 2007)

Özümlenme, bireyin, kendisinde var olan bilişsel yapılarla çevresine uyumunu sağlayan bilişsel bir süreçtir. Düzenleme, var olan bilişsel yapıların çevreye karşı bir tepki olarak yeniden biçimlendirilmesi, değişim ve gelişim göstermesi ile ilgilidir. Bireyler yeni yaşantılar geçirdikçe, bazen önceden var olan şemaların kapsam ve nitelikleri yetersiz kalır. Yeniden düzenleme olmadan tek başına özümleme ile öğrenme ve dolayısıyla da gelişme söz konusu olamaz (Senemoğlu, 1998).

Örgütlenme, bilişsel sürecin koordinasyonunu belirtmektedir. Dengeleme, bireyin yeni duruma uyum sağlamaya çalışmasıdır. Çevrede değişkenlerin olmasından dolayı denge bozulmaktadır, birey bozulan düzenin yeniden dengelemek ve öğrenmeyi gerçekleştirmek için dengelemeyi sağlamak durumundadır (Senemoğlu, 1998).

2.7. Kelime İlişkilendirme Testleri

Son yıllarda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının eğitim ortamlarındaki etkisinin artması ve geleneksel ölçme-değerlendirme tekniklerinin kavramsal anlamayı ve değişimi ölçmedeki eksikleri gidermek amacıyla farklı teknik ve stratejiler ortaya konmuştur (Ercan vd.,2010; Işıklı vd., 2011). Araştırmacılar öğrencilerin sadece sahip oldukları bilgileri değil; farklı bilgi ve kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya koyup koyamadıklarını, bilişsel yapılarını, kendi zihinlerinde oluşturdukları bilgilerle gerçek ve doğal dünyadaki olayların işleyişi arasındaki benzerlikleri ne ölçüde anladıklarını ölçen tekniklere yönelmişlerdir. Bu bağlamda, öğrencilerin bilişsel yapısını, bu yapıdaki kavramlar arasındaki bağları ve ilişkileri ortaya çıkarıp bu ilişkilerin yeterli olup olmadığını belirleyen teknikler önem kazanmıştır (Bahar vd., 2006; Ercan vd., 2010).

Alternatif ölçme değerlendirme teknikleri, bireyin bilgiyi nasıl ve hangi süreçler neticesinde öğrendiğinden hareketle ölçme değerlendirmenin de bu süreç

içinde yapılması gerektiğini, sonuç odaklı olmayıp sadece ürünün değil hem sürecin hem de ürünün değerlendirme sürecine dahil edilmesinin gerekliliğini savunmaktadır (Taşdere, 2010). Bu amaca yönelik tekniklerden bazıları; Kavram Haritaları, Zihin Haritaları, Yapılandırılmış Grid, Tanılayıcı Dallanmış Ağaç vs. Bu tekniklerden birisi de Kelime İlişkilendirme Testi (KİT)'dir (Işıklı vd., 2011). Araştırmalar, kelime ilişkilendirme testlerinin bilişsel yapıyı ortaya çıkarmada, kavramsal değişimi tespit etmede ve kavram yanlışlarını belirlemede etkili bir teknik olduğunu ortaya koymuştur (Ercan vd., 2010)

Öğrencinin bilişsel yapısını ve bu yapıdaki kavramlar arası ilişkileri, yani bilgi ağını analiz etmek, uzun dönemli hafızasında bulunan kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla kullanılan en eski ve en yaygın tekniklerden birisi de kelime ilişkilendirme testleridir (Özatlı ve Bahar, 2010).

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ile öğrenciye sunulan bir veya daha fazla kelimenin öğrencide neyi çağrıştırdığı sözlü veya yazılı şekilde istenir. Sonra verilen cevaplar analiz edilir. Öğrencilerin cevap olarak verdiği kelimelerin frekans tablosu oluşturulur. Ortaya çıkan kavramların birbirleriyle ilişkilendirilmesiyle de öğrencilerin kavramsal yapıları ortaya konulur (Ay, 2011).

Bu teknikte, öğrenci kendisine verilen herhangi bir konu ile ilgili bir anahtar kavramın aklına getirdiği kavramları belli bir süre içerisinde (genellikle 30 saniye) cevap olarak verir. Öğrencinin uzun dönemli hafızasından herhangi bir anahtar kavrama verdiği sıralı cevabın bilişsel yapıdaki kavramlar arasında bağlantıları ortaya koyduğu ve anlamsal yakınlığı (semantic proximity) gösterdiği kabul edilir. Anlamsal yakınlık veya anlamsal mesafe etkisine (semantic distance effect) göre anlamsal bellekte (semantic memory) iki kavram birbirine mesafe açısından ne kadar yakın ise o kadar sıkı ilişkidir ve hatırlama esnasında da zihinsel araştırma daha çabuk olacağından her iki kavramla ilgili cevap daha hızlı olacaktır (Bahar vd, 1999; Özatlı, 2006).

Literatür incelendiğinde bağımsız kelime ilişkilendirme testlerinin birçok amaç için kullanıldığı görülmektedir. Öğrencilerin bilişsel yapılarını ortaya koymada, kavram yanlışlarını tespit etmede ve kavramsal değişimlerini belirlemede farklı öğrenme alanlarına yönelik olarak bağımsız kelime ilişkilendirme testleri kullanılmıştır (Işıklı ve vd, 2011). Ercan vd'e (2010) göre de öğrencilerin bilişsel yapısını inceleyen tekniklerden en genel ve en eski olanı, kelime ilişkilendirme tekniğidir.

Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testinde öğrencilerin cevap olarak her anahtar kavram için söylediği kelimeler tek tek tespit edilir. Cevap olarak kaç çeşit kelime söylediği ve bunların hangi anahtar kavramlar için kaçar defa tekrar edildiğini gösteren bir frekans tablosu hazırlanır. Kavram haritalarının hazırlanması için Bahar vd.(1999) tarafından ortaya konulan Kesme Noktası (KN) tekniği kullanılır. Bu teknikte, frekans tablosunda, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testindeki herhangi bir anahtar kavram için en fazla verilen cevap kelimenin belli bir değer aşağısı kesme noktası olarak kullanılır ve bu cevap frekansının üstünde bulunan cevaplar haritanın ilk kısmındaki bölüme yazılır. Daha sonra kesme noktası belirli aralıklarla aşağıya çekilir ve tüm anahtar kelimeler haritada ortaya çıkıncaya kadar işlem sürdürülür.

2.8. İlgili Araştırmalar

Sarıkaya'nın (2005), yaptığı “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fonksiyon Kavramı Kapsamında Matematiksel Yeterlilikleri ve Bu Kapsamdaki Matematiksel Bilgilerini Fen Problemlerinin Çözümünde Kullanabilirliklerinin Araştırılması” adlı araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının fonksiyon kapsamında matematiksel yeterlilikleri ve bu konudaki matematik bilgilerini fen problemlerinin çözümünde kullanabilirliklerini test etmektir. Çalışmanın örneklemini, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 390, 3. ve 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmanın bulguları ışığında, gerek üniversite öncesi eğitimde, gerekse üniversite

eğitiminde, fen ve matematiğin birlikte yürütülmesi gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

Duru'nun (2006), yaptığı, “Bir Fonksiyon ve Onun Türevi Arasındaki İlişkiyi Anlamada Karşılaşılan Zorluklar” adlı çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Anabilim Dalında, öğrenim gören 52 birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin bir fonksiyonla onun türevi ve fonksiyonların sürekliliği ile türevlenebilmesi arasındaki ilişkiyi anlamada karşılaştıkları zorlukları tespit etmek için, “durum çalışması deseni” araştırma modeli olarak belirlenmiştir. Araştırma 2004–2005 öğretim yılının bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri; Fonksiyon ve Türevle İlgili İşlemsel Beceri Testi, Bir Fonksiyonla Onun Türevi, Süreklilik ve Türevlenebilme Arasındaki İlişkiyi Anlamaya İlgili Bilgi Testi, Bir Fonksiyonla Onun Türevi Arasındaki İlişkiyi Anlama Testi, Süreklilik ve Türevlenebilme Arasındaki İlişkiyi Anlama Testi ve Mülakatlardan elde edilmiştir. Toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucunda bir fonksiyonla onun türevi ve süreklilik ile türevlenebilme arasındaki ilişkiyi anlamada öğrencilerin bir takım zorluklara sahip olduğu görülmüştür. Bu zorluklar, öğrencilerin ön şart durumundaki bilgileri eksik ya da yanlış bilmelerinden, çoklu gösterimler arasındaki ilişkiyi kuramamalarından, kısıtlı bir sürede çok kompleks olan kavram ve fikirleri özümseyememelerinden, kavramsal anlamının yerine işlemsel anlamayı tercih etmelerinden ve fonksiyon ve türevle ilgili kavram hayallerinin sınırlı olmasından kaynaklanmaktadır. Son olarak karşılaşılan bu zorlukların giderilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Şandır'ın (2006), yaptığı, “Fonksiyon Kavramı Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri Üzerine Bir Fenomenografik Çalışma” adlı çalışmanın amacı matematik eğitiminde büyük bir önemi olan fonksiyon kavramı ile ilgili problemler hakkında öğretmen adaylarının görüşlerini almak ve böylece onların bu kavram ile ilgili vurguladıkları ya da sıkıntı çektikleri noktaları ortaya koymaktır. Fonksiyon kavramı ile ilgili problemler “Ask Dr. Math” adlı bir eğitim portalında yer alan 236 soru incelenmiş ve aralarından kavramın temel özellikleri ile ilgili olan 22 tanesi uzman görüşleri doğrultusunda seçilmiştir. Seçilen sorular fenomenografik araştırma yaklaşımı kullanılarak Ankara’da bir devlet üniversitesinin Matematik Eğitimi

Anabilim Dalına devam eden 7 öğretmen adayıyla birebir mülakatlar şeklinde görüşülmüştür. Mülakat çözümlenmeleri üzerinden veri analizleri yapılmış ve her bir soru için öğrenci görüşlerini yansıtacak kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategoriler oluşturulurken öğrenci görüşlerinin tamamını yansıtacak minimum sayıda kategori elde edilmeye çalışılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda öğretmen adaylarının:

» Fonksiyon, bir fonksiyonun grafiği, lineer fonksiyon ve ters fonksiyon gibi matematiksel kavramları günlük hayatla bağdaştırmada,

» Bir fonksiyonun cebirsel gösterimini grafiksel gösterime dönüştürme ya da tam tersi bir dönüşümü yapmada,

» Herhangi bir fonksiyonun tanım kümesini belirlemede ve aynı şekilde bileşke fonksiyonun tanım kümesini belirlemede,

» Fonksiyon, eşitlik ve matematiksel ifade kavramları arasındaki farkı ortaya koymada ya da bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirlemede,

» Pozitif bir irrasyonel bir sayının irrasyonel kuvvetini (özel olarak e^π ifadesini) tanımlamada zorlandıkları görülmüştür.

Bunun yanında öğretmen adaylarının, bir bağıntının fonksiyon olması için gereken şartlara bir hayli vurgu yaptığı ve bu şartları tam olarak ifade ettikleri, ama yine de fonksiyon kavramını anlamlı bir şekilde öğrenmedikleri görülmüştür.

Süzer'in (2011), yaptığı "Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramı ile İlgili Kavram Tanımı ve İmajları Üzerine Bir Durum Çalışması" adlı araştırmanın amacı, dokuzuncu sınıf öğrencilerin fonksiyon kavramı ile ilgili kavram tanım ve imajını ortaya çıkarmak ve konu ile ilgili bir durum tespiti yapmaktır. Öğrencilerin 9.sınıfta yeni bir kavram olarak öğrendikleri fonksiyon kavramına ait kavram imajları çok zayıf kalmaktadır. Bu yapılan görüşmelerden anlaşılmaktadır. Birçok öğrenci öğretmenin derste kurduğu tanımların örneklerin dışına çıkamamaktadır. Birçok öğrencide fonksiyon kavramı küme çizerek tanımlamaktan öteye geçememektedir. Bu araştırmada elde edilen diğer bir bulgu ise öğretmenlerin

fonksiyon tanımına ait kavram imajı ile öğrencilerin fonksiyon tanımına ait kavram imajı doğrudan birbirini etkilemektedir. Öğrenci öğretmenin kavram imajı çerçevesinde bir kavram imajı oluşturmaktadır. Araştırmada ayrıca bulgular çerçevesinde, bu konularda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara ve eğitimcilere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Karakaya'nın (2011), yaptığı “Dokuzuncu Sınıf Matematik Ders Kitaplarındaki Fonksiyon Kavramıyla İlgili Görsel Objelerin İncelenmesi” adlı araştırmayla 9.sınıf matematik ders kitaplarında fonksiyon kavramıyla ilgili olarak kullanılan görsel objelerin (resim, Venn şeması, grafik, permütasyon fonksiyon şeması, fonksiyon makinesi, tablo) matematik öğretimi açısından işlevlerini ortaya koymayı hedeflemektedir. Ders kitaplarında yer alan görsel objeler analiz edilirken, bu görsellerin işlevlerinden hareketle yapılan ve literatürde kullanılan bir sınıflama kullanılmıştır. Bu sınıflamanın dekoratif, temsili, organizasyonel ve bilgilendirici kategorilerinde yapıldığı önceki araştırmalarda da kullanıldığı bilinmektedir. Araştırma sonuçları göstermektedir ki, 9.sınıf ders kitaplarında yer alan fonksiyon kavramıyla ilgili resimler fonksiyonlarına göre sınıflandırıldıklarında neredeyse tamamına yakını dekoratif türde resimlerdir ve bunların yine büyük bir çoğunluğunda metin içinde resme doğrudan bir atıfta bulunulmamaktadır. Venn şeması grafik ve diğer objeler ise genellikle temsili ve bilgilendirici türde görsel objelerdir.

Ural'ın (2012), yaptığı “Fonksiyon Kavramı: Tanımsal Bilginin Kavramın Çoklu Temsillerine Transfer Edilebilmesi ve Bazı Kavram Yanılgıları” adlı çalışma, öğrencilerin fonksiyon tanım bilgilerini çeşitli fonksiyon temsillerine aktarabilme yeterliklerini ve bu transfer sürecini olumsuz etkileyen nedenleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Öğrencilerden fonksiyon kavramını tanımlamaları, çeşitli şekillerde temsil edilmiş bağıntılardan fonksiyon olanı bulmaları ve nedenini açıklamaları istenmiştir. Yanıtların analizinde betimsel analiz yapılmıştır. Elde edilen bulgular; öğrencilerin fonksiyon kavramı tanımlamalarının genel olarak, “Fonksiyonunun formal tanımı”, “İki küme arasında herhangi bir eşleme” ve “Bir dönüştürme işlemi” şeklinde olduğunu göstermiştir. Ayrıca gerekli tanım bilgisine sahip olmamanın ve

çeşitli temsillere ait çeşitli kavram yanılgılarının transfer sürecini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Yavuz ve Kepceoğlu'nun (2011), yaptığı “Bağıntı Konusunda Bağlam Temelli ile Geleneksel Öğretimin Öğrencilerin Başarıları Üzerinde Etkilerinin İncelenmesi” adlı, yarı deneysel desene sahip bu araştırmada, geleneksel öğretim yaklaşımı ile bağlam temelli öğretim yaklaşımının, bağıntı konusunda öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisi karşılaştırmak amaçlanmıştır. 9.sınıfa kayıtlı olan 80 öğrenci deney ve kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubuna bağlam temelli, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim ile bağıntı konusu anlatılmıştır. Konu anlatımı bitiminde her iki gruptaki öğrencilere, araştırmacılar tarafından hazırlanan “Bağıntı öğrenme testi” son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bağlam temelli öğretimle bağıntı konusunu öğrenen öğrencilerin testin genelinde daha başarılı oldukları görülmüştür.

Hatisaru ve Erbaş'ın (2013), yaptığı, “Endüstri Meslek Lisesi Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramını Anlama Düzeylerinin İncelenmesi” adlı çalışmanın amacı endüstri meslek lisesi öğrencilerinin fonksiyon kavramını anlama düzeylerini belirlemek ve nümerik (liste yöntemi), geometrik (grafik) ve sembolik (denklem) temsillerle verilen bağıntıların fonksiyon olup olmadığını belirlemede ne kadar başarılı olduklarını incelemektir. Veriler iki bölümden oluşan bir test ve seçilen 10 öğrenciyle yapılan görüşmeler aracılığıyla derlenmiştir. Testin birinci kısmı küme eşlemesiyle tanımlanmış bir fonksiyon ve bu fonksiyonla ilgili sorular; ikinci kısmı ise bazıları fonksiyon olan bazıları ise fonksiyon olmayan denklem, liste ve grafik temsilleriyle verilmiş bağıntılar içermektedir. Verilerin analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları endüstri meslek lisesi öğrencilerinin çoğunlukla fonksiyonu “işlev/özellik” olarak tanımladıklarını; liste yöntemi, grafik veya denklem şeklinde verilen bağıntıların fonksiyon olup olmadığına karar vermede fonksiyonun matematiksel tanımını işlevsel kullanamadıklarını; fonksiyonun tanım, değer ve görüntü kümelerini bulma konusunda güçlüklerinin olduğunu göstermektedir.

Kutluca ve Baki'nin (2013), yaptığı "İkinci Dereceden Fonksiyonlar Konusunda Geliştirilen Çalışma Yaprakları Hakkında Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi" adlı çalışmanın amacı, onuncu sınıf matematik öğretim programında yer alan ikinci dereceden fonksiyonlar konusunun öğretimine yönelik geliştirilen çalışma yaprakları hakkında öğrenci görüşlerini değerlendirmektir. Çalışmada özel durum yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak ikinci dereceden fonksiyonlar için çalışma yaprakları değerlendirme anketi ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Öğrencilerin çalışma yaprakları ile dersin oldukça zevkli geçtiği ve öğretici buldukları, sürenin nasıl geçtiğini anlayamadıkları, grafiğin nasıl çizecekleri hususunda ve parabol denklemini bulmada kolaylık sağladığı, formülleri kendilerinin bulmalarına imkân sağladığı için beğendikleri anlaşılmaktadır. Bu anlamda bilgisayar destekli çalışma yapraklarının öğretimde uygulanabilir nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır.

Şimşek'in (2013), yaptığı "9. Sınıf Matematik Dersi Fonksiyon Kavramının Öğretiminde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin Etkisinin İncelenmesi" adlı araştırmanın amacı, ortaöğretim 9.sınıf matematik dersi fonksiyonlar konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımı kullanımının öğrencilerin fonksiyon konusundaki akademik başarılarını, matematik dersine yönelik tutumlarını ve fonksiyon konusuna yönelik tutumlarını nasıl etkilediğini belirlemektir. Ortaöğretim kurumunda ki 9.sınıflardan biri deney grubu, diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ve kontrol grubunda 34er öğrenci bulunmaktadır. Deney grubunda dersler dinamik geometri yazılımı GeoGebranın kullanıldığı, bilgisayar destekli öğretim yaklaşımı ile kontrol grubunda ise öğretim programında yer aldığı gibi etkinlik temelli öğretim yöntemi ile yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen verilerden, GeoGebra kullanımı ile ders işlenişleri sonunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fonksiyon konusundaki başarıları, matematik dersine yönelik tutumları ve fonksiyon konusuna yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak deney grubu öğrencilerinin başarı testi ve tutum puan ortalamaları kontrol grubu öğrencilerinden yüksek çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçların matematik dersinde GeoGebra kullanımı üzerine yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Özdem'in (2013), yaptığı "Matematik Öğretmen Adaylarının Sahip Oldukları Ön Bilgilerin Fonksiyon Kavramını Öğrenmeleri Sürecindeki Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının lisans öğrenimi birinci yılında aldıkları soyut matematik dersinde işlenen fonksiyon kavramını öğrenme sürecini, sahip oldukları ön bilgilerin nasıl etkilediği incelemektir. Araştırmanın sonucunda, sahip olunan ön bilgilerin lisans programındaki öğrenme sürecinde etkisinin olduğu ve bu etkinin ön bilginin niteliğine bağlı olarak farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Matematik öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler sonucunda, fonksiyon kavramı ile ilgili ön bilgilerin; lisans öğreniminde anlamayı kolaylaştırma, temel oluşturma, sorgulama yeteneği kazandırma gibi birçok olumlu etkisinin olduğu, yeterli ön bilgiye sahip olunmadığında ise ön bilgilerin, öğrenmeyi zorlaştırarak olumsuz etkilediği görülmüştür. Ayrıca elde edilen sonuçlar ön bilgilerin, üst düzey bilgileri ve matematiksel ifadeleri anlama ile ilgili fikir vererek kısmen yarar sağladığını göstermektedir.

Ural'ın (2014), yaptığı "9. Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramında Notasyonel Hataları ve Bazı Kavram Yanılgıları" adlı çalışma, 9. sınıf öğrencilerinin " $y=f(x)$ " sembolünü anlamalarına yönelik nitel bir araştırmadır. Öğrencilerin fonksiyon kavramının sembolik gösterimini anlamalarını tespit etmek için, öğrencilerden, "m, n'nin bir fonksiyonudur" ifadesini simgesel olarak göstermeleri, bir örnek vermeleri ve böyle bir fonksiyonun m'yi n'ye mi yoksa n'yi m'ye mi eşleyeceğini belirtmeleri istenmiştir. 2.soruda ise reel sayılarda tanımlı $p=f(s)=s+1$ ve $k=g(s)=2s$ fonksiyonları verilerek, öğrencilerden p'yi, k'nın fonksiyonu olarak yazmaları istenmiştir. Genel olarak bakıldığında, öğrencilerin fonksiyon kavramındaki notasyon ve ifadeleri anlama ve aralarındaki fonksiyonel ilişkileri kurmada önemli derecede başarısız oldukları ve çeşitli yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir.

Bahar vd. (1999), üniversite 1. sınıf biyoloji öğrencileri üzerinde genetik alanında konu anlatımı sonrası KİT uygulamıştır. Sonuçlar öğrencilerin verilen anahtar kavramlara birçok cevap üretmesine rağmen bu kavramları birbiri içerisine girmiş, ilişkili bir ağsı yapı olarak göremediklerini ortaya koymuştur. Araştırma sonucunda sınavlarda öğretmenin çoktan seçmeli (dört seçenekli) testler kullandığı

ve soruların birçoğunun kavramlar arasındaki ilişkileri yoklamadığı, aksine bilişsel yapıda her biri ayrı adacık şeklinde olan kavramları test ettiği görülmüştür.

Daskolia vd. (2006), Yunan anaokulu öğretmenlerinin, günümüzün temel çevre konusu olan ozon tabakasının incelenmesi ile ilgili kavramsal çerçevelerini incelemiştir. Öğretmenler tarafından konuyla ilişkili anlamları belirlemek için Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, “güneş radyasyonu” ve “insan sağlığına zararları” olmak üzere iki kategori oluşturulmuştur. Ayrıca bazı yanlış anlama ve kavram yanılgılarına da ulaşılmıştır.

Kostova ve Radoynovska (2008), Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanarak öğretmen ve öğrencilerin hücre ve bioçeşitlilik kavramları ile ilgili kavramsal yapılarını ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Araştırma kapsamında sunulan uyarıcı kavramlarla ilişkili kavramlar analiz edilip sınıflandırılmıştır. Araştırmanın sonucunda, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi aracılığıyla bir değerlendirme tekniği olan kavram haritaları ile ilgili çıkarımlarda bulunulmuş ve biyoloji müfredatı ve ders kitaplarının gelişimi için önerilerde bulunulmuştur.

Guerrero vd. (2009), Bağımsız kelime ilişkilendirme testi kullanarak 6 Avrupa bölgesindeki geleneksel gıda ürünleri hakkındaki algıları tespit etmeye çalışmışlardır. 6 Avrupa bölgesindeki “Geleneksel” besin içeriklerini elde etmek ve karşılaştırmak için 721 tüketici ile görüşülmüştür. “Geleneksel” kavramı uyarıcı kavram olarak verilip akıllarına gelen ilk kelimeleri yazmaları istenmiştir. Elde edilen cevaplardan frekanslar oluşturulup analiz edilmiştir. Elde edilen farklı kelimelerden 55 sınıflama daha sonra 10 temel boyutta sınıflandırma yapılmıştır. Avrupa bölgeleri “Geleneksel” kavramını miras, kültür, tarih gibi daha geniş kavramlar ile ilişkilendirme eğiliminde olmuşlardır. Orta ve kuzey Avrupa bölgeleri sağlık, kolaylık, uygunluk gibi kavramlar ile ilişkilendirme eğiliminde olmuşlardır. Analizlerin sonucunda, geleneksel gıda ürünlerinin bir kavram haritası oluşturulmuştur. Bağımsız kelime ilişkilendirme testi ile yapılan bu çalışmanın bulguları, geleneksel gıda pazarında ürün konumlandırma, yenilik ve yeni gelişmeler hakkında bilgiler sağlamıştır.

Aydın ve Taşar'ın (2010), yaptığı “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojinin Doğası Hakkındaki Bilişsel Yapıları ve Görüşleri” adlı çalışmada, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi, teknoloji hakkında görüşler anketi ve bir mülakat protokolü veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Katılımcıların teknoloji hakkındaki bilişsel yapıları ve teknolojinin tanımı hakkındaki bilgileri, teknoloji ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşim ile teknolojinin toplumsal yapısı hakkındaki görüşleri düşük düzeydedir. Katılımcıların bilim ve teknoloji hakkında yeterince bir ayırım gözetemedikleri de ayrıca dikkate değer bir bulgudur. Katılımcılar, özde, teknolojiyi uygulamalı bilimin bir alt disiplini olarak görmektedirler. Teknoloji denince anlaşılan bilgisayarlar, icatlar ve bilimin ortaya koyduğu ürünler olmaktan öteye gitmemektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında belki de en önemli rolü günlük deneyimler ve kitlesel medyada teknolojinin yansıtılış biçimi oynamaktadır.

Dikmenli (2010a), Kelime ilişkilendirme testi kullanarak biyoloji öğretmen adaylarının biyoçeşitlilik konusu hakkındaki kavramsal çerçevelerini incelemiştir. Araştırma 130 biyoloji öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplardan 514 tanesi biyoçeşitlilik ile ilişkili bulunmuş olup cevapların analizi sonucunda biyoçeşitlilik ile ilgili 8 kategori oluşturulmuştur. Bu kategoriler; ekosistem çeşitliliği, tür çeşitliliği, biyolojik alemler, genetik çeşitlilik, çevre problemleri, sınıflandırma dereceleri, teknoloji ve bilim adamlarıdır. Bu kategoriler arasında öğretmen adaylarının en fazla ekosistem çeşitliliği üzerinde odaklanmış oldukları belirlenmiştir.

Dikmenli (2010b), 118 biyoloji öğretmen adayının “Küresel Isınma” kavramı hakkındaki kavramsal yapılarını ortaya koymaya çalışmıştır. Veri toplama aracı olarak Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının “Küresel Isınma” kavramına ilişkin basit, yüzeysel ve sınırlı bilgiye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin kavramsal yapıları, küresel ısınmanın nedenleri ve kaynağından ziyade etkileri üzerine yoğunlaşmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin küresel ısınma ile alternatif kavramlara sahip oldukları da görülmüştür.

Dikmenli vd. (2011), 140 Fen Bilgisi öğretmen adayının “Gen” kavramına ilişkin düşüncelerini araştırdıkları çalışmalarında Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanmışlardır. Elde edilen verilerden 9 kategori oluşturmuşlardır. Bunlar; DNA - Kromozom, Kalıtım, Protein sentezi, Bioteknoloji, Fenotip, Tıp, Hücre – Doku – Organ - Organizma, Hücre Bölünmesi, Diğerleri. Sonuçlarda fen bilgisi öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların, modern genetiğin bilimsel gen açıklamasına pek uymadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Eren’in (2012), yaptığı “İlköğretim Öğrencilerinin Bilişim Teknolojileri Algılarının Kelime İlişkilendirme Testi Kullanılarak İncelenmesi” adlı çalışmasının amacı, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilişim teknolojilerine ilişkin algılarını ve bilişsel yapılarındaki kavramlar arası bağları ortaya çıkarmaktır. Verilerin toplanmasında Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrenciler verilen anahtar kavramlardan en çok bilgisayar, internet ve iletişim kavramlarını; en az ise bilgisayar destekli öğretim ve bilişim teknolojileri kavramlarını ilişkilendirmişlerdir. Bu da öğrencilerin bilişsel yapılarında bilgisayar, internet ve iletişim kavramlarının merkezi oluşturduğunu göstermiştir. Bilgisayar destekli öğretim ve bilişim teknolojileri kavramlarının ise öğrenciler tarafından yüzeysel olarak bilindiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler anahtar kavramlara en çok bilgisayar, telefon, oyun, facebook ve internet cevaplarını vermişlerdir. Verilen bu cevaplar öğrencilerin bilişim teknolojilerini daha çok günlük yaşamlarındaki eğlence ve vakit geçirme araçları olarak gördüklerini ve eğitim amaçlı düşünmediklerini göstermiştir.

Aydemir’in (2014), yaptığı “Ortaokul 7.Sınıf Öğrencilerinin Beşeri Coğrafya Kavramlarına İlişkin Algılarının Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla İncelenmesi” adlı çalışmasında, kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla öğrencilerin “Ülkemizde Nüfus” ünitesinde yer alan 14 kavrama ilişkin algıları incelenmiştir. Bunlar nüfus, nüfus yoğunluğu, vatandaş, tarım, ekonomi, göç, kentleşme, yerleşme, kasaba, il, ilçe, büyük şehir, ulaşım, köy şeklindedir. Araştırma sonucunda öğrencilerin hem kavram algılarının hem de kavram yanılgılarının bireysel farklılıkları bağlamında değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte kelime ilişkilendirme testleri yardımıyla öğrencilerin kavram yanılgılarının

belirlenebileceği ve söz konusu yanılgıların olası sebeplerine yönelik fikir sahibi olunabileceği görülmektedir.

Deveci, Köse ve Bayır'ın (2014), yaptığı “Öğretmen Adaylarının Sosyal Bilimler ve Sosyal Bilgiler Kavramlarına İlişkin Bilişsel Yapıları: Kelimeme İlişkilendirme Testi Uygulaması” adlı araştırmanın amacı, kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla sınıf öğretmeni adaylarının bilişsel yapılarını ortaya koymak; sosyal bilimler ve sosyal bilgiler kavramlarına yönelik kavrama ilişkin bilgilerini ve kavram yanılgılarını belirlemektir. Araştırmada veri toplama aracı olarak kelime ilişkilendirme testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kavramlara ilişkin elde edilen sözcükler ayrıntılı olarak incelenmiş, tekrarlanan sözcükler dikkate alınarak belirlenen kesme noktaları doğrultusunda kavram ağları oluşturulmuştur. Araştırmada öğretmen adaylarının sosyal bilgiler kavramına ilişkin en çok “vatandaşlık”, sosyal bilimlere ilişkin olarak ise en çok “Tarih” sözcüğünü tekrarladıkları görülmüştür. Tarih, beceri, toplum-toplumsallaşma, değerler, sosyal katılım, Coğrafya ve kültür sözcükleri her iki kavram için öğretmen adayları tarafından tekrarlanan sözcüklerdir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının sosyal bilgilere ilişkin daha fazla kavramsal bilgiye sahip oldukları, sosyal bilimlere ilişkin ise daha fazla kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Bilgin, Aktaş ve Çetiner'in (2014), yaptığı “Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri Tekniğinin İlköğretim Öğrencilerinin Zihinsel Yapılarına Etkisi” adlı çalışmanın amacı ilköğretim 5.sınıf Fen ve Teknoloji dersi “Maddenin Değişimi ve Tanınması” ünitesindeki kavramların öğretilmesinde Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri tekniği ve Geleneksel Öğretim Yönteminin öğrencilerin zihinsel yapılarına etkisini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Öğrencilerin zihinsel yapılarını ölçmek amacıyla uygulama öncesi ve sonrası kelime ilişkilendirme testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda deney grubu öğrencilerinin zihin haritalarında daha fazla dallanma ve kelime görülürken kontrol grubunda daha sade zihin haritaları görülmüştür. Sonuç olarak Maddenin Değişimi ve Tanınması ünitesindeki konuların öğretiminde ÖTBB tekniği öğrencilerin başarılarını arttırmada ve kavramların bütünlüğünü sağlamada geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu söylenebilir.

Durukan ve Ültay'ın (2014), yaptığı “Yıldızlar Konusunun Öğretimine Yönelik Bir Ders Materyalinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın amacı, yıldızlar konusunda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının 5E modeline uygun bir ders materyalinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesidir. Astronomi dersi kapsamında basit deneysel araştırma yöntemiyle yürütülen çalışmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı 4.sınıfında öğrenim gören 25 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada, ön ve son test olarak kullanılmak üzere kelime ilişkilendirme testinden yararlanılmıştır. Uygulamadan sonra yapılan kelime ilişkilendirme testinin sonuçlarına yönelik kavram ağının, uygulama öncesi verileri ile oluşturulan kavram ağıyla paralellik göstermesine rağmen daha kompleks ve konuya yönelik daha fazla kavram içeren bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu kavram ağında ilk kavram ağında olmayan “hidrojen” ve “helyum” gibi yıldızların yapısına dair; “nötron yıldızı”, “beyaz cüce”, “dev yıldız”, “kütle”, “tür” ve “tayf” gibi yıldızların sınıflandırılmasına dair kavramlar bulunmaktadır. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının yıldızlar hakkında istenilen düzeyde bilgi sahibi olmadıkları tespit edilse de, hazırlanan ve uygulanan materyalin adayların konu ile ilgili bilgilerinin gelişmesine katkı sağladığı söylenebilir.

Kırık ve Kaya'nın (2014), yaptığı “6. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Konusundaki Kavramsal Yapıları Hakkında Nitel Bir Çalışma” adlı çalışma 6.sınıf öğrencilerinin hücre kavramı hakkındaki kavramsal yapılarını incelemeyi amaçlar. Bu amaç doğrultusunda 65 ortaokul öğrencisine çizim yöntemi, açık uçlu sorular ve kelime ilişkilendirme testi uygulanmıştır. Veriler betimsel analiz ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin hücre çizimlerinde ve tanımlarında çok sayıda alternatif kavrama olduğu bulunmuştur. Öğrenciler çekirdeği, hücre zarını ve mitokondriyi en önemli kısım veya organel olarak belirtmiştir. Katılımcıların hücre kavramını gerçek yaşamla ilişkilendirmeleri çoğunlukla ‘bilginin sağladığı farkındalık’, ‘sağlık’ ve ‘gelecek için gerekli bulma’ kategorileri altında toplanmıştır. Kelime ilişkilendirme testi cevaplarına göre ise 5 tema belirlenmiş ve bunlar arasında ‘hücresinin tanımlanması’, ‘hücresinin yapı ve organelleri’ ve ‘hücreye örnek verme’ temaları en sık gözlenenler olmuştur. Sonuç olarak hücre konusuyla ilk defa

karşılaşan 6.sınıf öğrencilerinin bu kavram hakkında yetersiz kavramaya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Ültay'ın (2014), yaptığı “12. Sınıf Öğrencilerinin Güçlü ve Zayıf Etkileşimler Hakkındaki Kavramsal Bilgilerinin Belirlenmesi” adlı çalışmanın amacı 12.sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki güçlü ve zayıf etkileşimler hakkındaki kavramsal bilgilerinin belirlenmesi ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. Elde edilen verilere göre, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu kavram haritasını hiyerarşik biçimde çizmiş olup, kavramlar arasındaki ilişkileri ise gösterememişlerdir. Bununla beraber, kelime ilişkilendirme testinde ise öğrencilerin büyük bir çoğunluğu konuyla ilişkili 3 veya 4 kelime yazabilmişlerdir. H₂O molekülünün sahip olduğu zayıf etkileşimlerin çizilerek gösterilmesinin istendiği soruda ise öğrencilerin büyük bir bölümünün hidrojen bağına bildiği ancak gösterimde güçlü etkileşimlere hidrojen bağı yazdıkları görülmüştür. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin güçlü ve zayıf etkileşimleri birbirine karıştırdıkları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri tam olarak kuramamış oldukları bulunmuştur.

Ekici, Gökmen ve Kurt'un (2014), yaptığı “Öğretmen Adaylarının Bilgisayar Kavramı Konusundaki Bilişsel Yapılarının Belirlenmesi” adlı çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının bilgisayarla ilgili bilişsel yapılarını tespit etmektir. Verilerin toplanmasında bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniği kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının bilgisayarla ilgili kavramsal yapılarında bağımsız kelime ilişkilendirme testinden 12 kategori belirlenirken, çizme-yazma tekniğinde ise 11 kategori belirlenmiştir. Her iki ölçme aracıyla birbirini destekler, detaylandırır ve açıklar nitelikte zengin veri elde edilmiştir. Bu kapsamda her iki ölçme aracıyla öğretmen adaylarının bilişsel yapılarının “dış teknik kısımlar ve sosyal hayattaki katkısı” kategorilerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca belirlenen kategorilerde her iki ölçme aracıyla toplanan verilerde öğretmen adaylarının bilgisayar kavramı konusunda alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir.

Keskin ve Örgün'ün (2015), yaptığı “Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Sürdürülebilir Turizm Olgusunun Kavramsal Analizi: Ürgüp Örneği” adlı çalışması,

Kapadokya Bölgesinde turist yoğunluğunun yüksek olduğu Ürgüp ilçesinde faaliyet gösteren dört ve beş yıldızlı otellerde çalışmakta olan iş görenlerin sürdürülebilir turizm ile ilişkili kavramlar hakkında bilişsel yapılarını ortaya koymak ve kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla hazırlanmıştır. Araştırma 2014 Haziran-Aralık döneminde Ürgüp ilçesinde yer alan dört ve beş yıldızlı otel işletmelerinde çalışan 130 iş görene (60 Kadın, 70 erkek) Kelime İlişkilendirme Testi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamada teste katılan kişilerle yüz yüze görüşülmüş ve Kelime İlişkilendirme Testi hakkında bilgi verilmiştir.

Turan'ın (2016) yaptığı “Matematik Öğretmen Adaylarının Limit, Süreklilik ve Türev İle İlgili Kavramsal Yapıları” adlı çalışmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının analizin temel konusu olan “Limit” kavramı ve limitle ilişkili olan “Süreklilik” ve “Türev” kavramları hakkındaki kavramsal yapılarını belirlemektir. Araştırmaya Anadolu’da bir devlet Üniversitesinde eğitim gören 152 matematik öğretmen adayı katılmıştır. Veriler Kelime İlişkilendirme Testi kullanılarak toplanmıştır. Matematik öğretmen adaylarına “Limit”, “Süreklilik” ve “Türev” anahtar kavramları Kelime İlişkilendirme Testi ile sunulmuştur. Test sonucunda elde edilen verilerden frekans tablosu oluşturulmuştur. Frekans tablosuna göre kesme noktası tekniği kullanılarak matematik öğretmen adaylarının limit, süreklilik ve türev ile ilgili kavramsal yapılarını ortaya koyan kavram ağları çizilmiştir. Araştırma sonucunda limit kavramıyla ilgili 18, süreklilik kavramıyla ilgili 17 ve türev kavramıyla ilgili 15 kategori oluşturulmuş olup toplamda 250 kelime elde edilmiştir.

3. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve verilerin analizlerinin nasıl yapıldığına yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, nitel araştırma desenlerinden olgubilim deseni kullanılmıştır. Olgubilim deseni, farkında olduğumuz fakat tam anlamıyla kavrayamadığımız olguları araştıran çalışmalarda kullanılır. Olgubilim araştırmaları nitel araştırmanın doğasına uygun olarak kesin ve genellenebilir sonuçlar ortaya koymayabilir. Ancak bir olguyu daha iyi tanımamıza ve anlamamıza yardımcı olacak sonuçlar sağlayacak örnekler, açıklamalar ve yaşantılar ortaya koyabilir. Bu yönüyle bilimsel alanyazına önemli katkılar sağlayabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Bu araştırmada da matematik öğretmen adaylarının “Fonksiyon” kavramına ve bu kavram ile ilişkili olan “Bağıntı” ve “İşlem” kavramlarına ilişkin olguları incelenecektir.

3.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubunu, 2014-2015 öğretim yılında Anadolu’da bir devlet üniversitesinde eğitim gören toplam 125 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bu öğrencilerden 54 tanesi Matematik Öğretmenliği Bölümünün 4 ve 5. sınıfında okuyan; 71 tanesi formasyon eğitimi alan matematik öğretmen adaylarıdır. Çalışma grubunun demografik özellikleri Tablo-1 ve Tablo-2’de verilmiştir.

Tablo-1: Çalışma Grubunun Sınıf Düzeyine Göre Dağılımı

Sınıflar	f	%
4. sınıf	26	20,80
5. sınıf	28	22,40
Formasyon Eğitimi Alan	71	56,80
Toplam	125	100

Tablo-1’de çalışma grubundaki öğretmen adaylarının sınıf dağılımları verilmiştir. 4. sınıf öğretmen adaylarından 26 (%20,80), 5. sınıf öğretmen adaylarından 28 (%22,40) ve formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarından 71 (%56,80) kişi araştırmaya katılmıştır.

Tablo-2: Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

Sınıf	Cinsiyet	f	%
4. sınıf	Kız	17	13,60
	Erkek	9	7,20
5. sınıf	Kız	15	12,00
	Erkek	13	10,40
Formasyon Eğitimi Alan	Kız	37	29,60
	Erkek	34	27,20
Toplam	Kız	69	55,20
	Erkek	56	44,80

Tablo-2’ de çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı verilmiştir. Buna göre 4. sınıf öğretmen adaylarından 17 kız (%7,89), 9 erkek (%3,95); 5. sınıf öğretmen adaylarından 15 kız (%11,84), 13 erkek (%11,18); formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarından 37 kız (%42,11), 34 erkek (% 23,03) araştırmaya katılmıştır. Toplamda 69 kız (%61,84) ve 56 erkek (%38,16) öğretmen adayı araştırmaya katılmıştır.

3.3. Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarına anahtar kavram olarak “Fonksiyon” kavramı ve bu kavram ile ilişkili olan “Bağıntı” ve “İşlem” kavramları sunulmuştur. Her bir kavram bir sayfaya gelecek şekilde 10 kere alt alta yazılmıştır.

Anahtar Kavram: FONKSİYON

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

FONKSİYON:.....

Bir kavramın istenilen cevap sayısı kadar alt alta yazılmasının sebebi anahtar kavram yerine cevap olarak yazmış olduğu kavramın aklına getirebileceği kelimeleri yazmasını önleyip zincirleme cevap riskini ortadan kaldırmaktır. Bu sayede testin amacının dışına çıkılması önlenmiş olacaktır (Özatlı ve Bahar, 2010). Kelime ilişkilendirme Testi kullanılarak yapılan araştırmalar incelenerek her bir anahtar kavram için yani her bir sayfa için uygun cevaplama süresinin 30 saniye olmasına karar verilmiştir (Dikmenli, 2010). Kelime İlişkilendirme Testi için öğretmen adaylarına gerekli açıklama ve örnekler verildikten sonra uygulamaya geçilmiştir. Veri toplamada kullanılan Kelime İlişkilendirme Testi Ek-1’de verilmiştir.

3.3.1. Geçerlilik

Toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçları nasıl elde ettiğini açıklaması nitel araştırmalarda geçerliliğin önemli ölçütleri arasında bulunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Bu anlamda araştırmada, öğretmen adaylarından verilerin nasıl toplandığı ve toplanan verilerden sonuçların nasıl ulaşıldığı ayrıntılı bir şekilde yazılarak geçerlilik sağlanmaya çalışılmıştır.

3.3.2. Güvenirlik

Güvenirlik, yapılan bir araştırmanın başka bir araştırmacı tarafından da aynı biçimde tekrar edildiğinde aynı veya benzer sonuçlar vermesi ile ilgilidir. Bu anlamda araştırmacı araştırmanın aşamalarını, sürecini, kendi konumunu, yaklaşımını ayrıntılı ve açık bir şekilde rapor etmelidir (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Öğretmen adayları tarafından her üç anahtar kavram (fonksiyon, bağıntı ve işlem) için verilen cevap kelimeler incelenmiştir. Her anahtar kavram için, verilen cevap kelimeler doğrultusunda ana kategoriler oluşturulmuş ve cevap kelimeler uygun olan kategorilere yerleştirilmiştir. Bu işlem bir hafta sonra tekrar yapılmış olup bazı cevap kelimeler başka kategorilere kaydırılmıştır. Yapılan bu işlemlerden sonra her üç anahtar kavram için oluşturulan kategoriler ve kategorilerdeki cevap kelimeler uzman bir kişi tarafından doğrulanmıştır. Güvenirlik, $[Görüş\ birliği / (Görüş\ birliği + Görüş\ ayrılığı) \times 100]$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu bağımsız doğrulama sonucunda %90 puanlayıcılar arası güvenilirlik sağlanmıştır. Bu şekilde yapılan bir veri analizi tekniğinin güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür (Erdoğan, 2012).

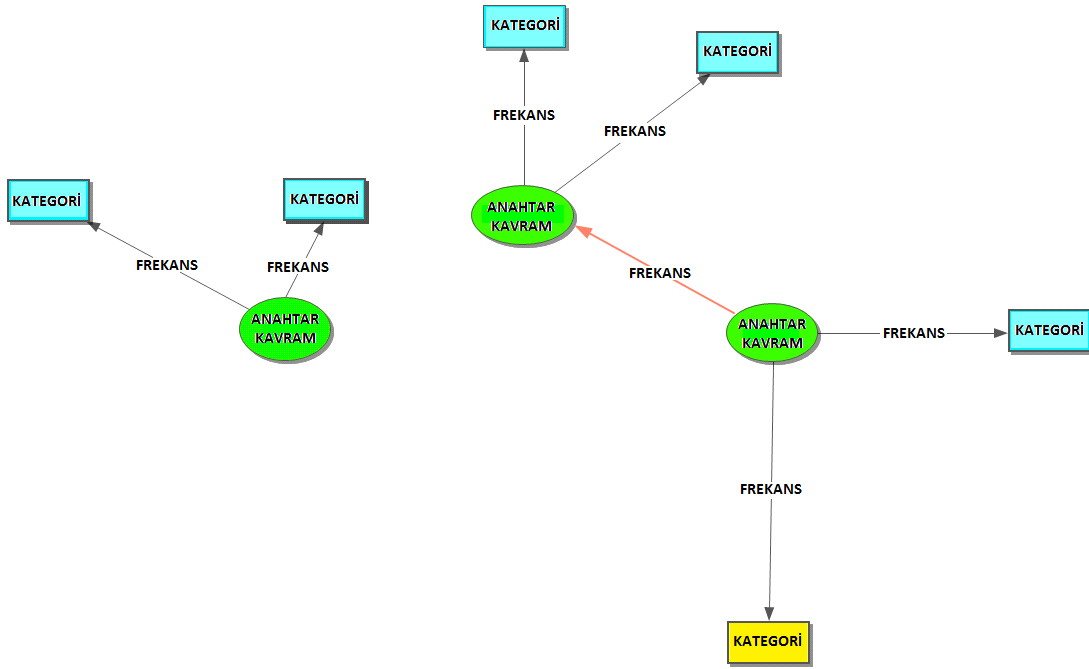
Ayrıca, araştırmada güvenilirliği sağlamak amacıyla, veri kaynağı olan öğretmen adaylarının, araştırma sürecinin, araştırma yönteminin, veri toplama

araçlarının, verilerin analizinin, bulgulara ve sonuçlara ulaşma kısımları açık bir şekilde belirtilmeye çalışılmıştır.

3.4. Verilerin Analizi

Kelime İlişkilendirme Testini analiz etmek amacıyla verilen her üç anahtar kavram için öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. İçerik analizi, toplanan verileri açıklayacak kavramlara ve ilişkilere ulaşmayı amaçlamaktadır. İçerik analizinde, birbirine benzeyen veriler belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilip, düzenlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). İçerik analizinden sonra her anahtar kavrama verilen kelimelerin frekans tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan frekans tablosuna göre öğretmen adaylarının fonksiyon ve diğer anahtar kavramlara ilişkin bilişsel yapılarını ortaya koyan kavram ağları çizilmiştir. Kavram ağlarının hazırlanması için (Bahar vd., 1999) tarafından ortaya konulan Kesme Noktası tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte, frekans tablosunda, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testindeki herhangi bir anahtar kavram için en fazla verilen cevap kelimenin belli bir değer aşağısı kesme noktası olarak kullanılır ve bu cevap frekansının üstünde bulunan cevaplar haritanın ilk kısmındaki bölüme yazılır. Daha sonra kesme noktası belirli aralıklarla aşağıya çekilir ve tüm anahtar kelimeler haritada ortaya çıkıncaya kadar işlem sürdürülür. Bu araştırmada da anahtar kavramlar için hazırlanan frekans tablosuna göre aşağıda belirtilen aralıklara göre kesme noktası tekniği kullanılarak kavram ağı oluşturulmuştur. Oluşturulan kesme noktaları; 201 ve üstü, 200-151, 150-101, 100-81, 80-71, 70-61, 60-51, 50-41, 40-31, 30-21, 20-11 şeklindedir.

Şekil – 3: Kesme Noktası Aralığına Göre Oluşturulmuş Örnek Kavram Ağı



Yukarıda örnek olarak bir kavram ağı sunulmuştur. Oluşturulan kavram ağlarında, anahtar kavramlar şeklin merkezinde yer almaktadır. Her anahtar kavram ilgili kesme noktası aralığında ilişkilendirilmiş olan kategoriye okla bağlanmıştır. Okların yönünün belirtilmesi, anahtar kavramların kendi arasında ortaya çıkan ilişkilendirmede öncelikle hangisinin hangisi ile ilişkilendirildiğini göstermesi açısından önemlidir. Oklar üzerinde kategorilere ait frekanslar belirtilip, frekansı yüksek olan kategoriler ilk kavram ağlarını oluşturmuş olup yüksek ilişkilendirmeyi ifade etmektedir. Her bir kesme noktası aralığında anahtar kavram ile ilişkilendirilen kategori arasındaki ok renklendirilmiş olup bir sonraki kesme noktası aralığına geçildiğinde önceki okun rengi siyaha dönüştürülüp yeni çıkan ilişkilendirmedeki ok renklendirilmiştir. Oluşturulmuş olan her kategori, kavram ağında ilk ortaya çıktığı aralıkta sarı renk ile vurgulanmıştır. Bir kavram ağından diğerine geçerken anahtar kavramlar ile kategoriler arasındaki ilişkilendirmenin zayıflığını vurgulamak için okların kalınlığı giderek azaltılmıştır. Bu çalışmada bu şekilde belirtilen 11 kavram ağı çizilmiştir.

4. BÖLÜM

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde araştırmaya katılan öğretmen adaylarının Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanılarak fonksiyon kavramı ve fonksiyon kavramıyla doğrudan bağlantılı olan bağıntı ve ağlarıyla işlem kavramlarıyla ilgili veriler analiz edilmiştir. Bulgular, tablolar ve kavram haritalarıyla sunulmuştur.

4.1. Verilere İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri

Verilerin analizi sonucunda “Fonksiyon” kavramı ile ilgili 12 kategori, “Bağıntı” kavramı ile ilgili 10 kategori ve “İşlem” kavramı ile ilgili 11 kategori oluşturulmuştur. Kategoriler ve kategorilere ait kelimeler tablo ile sunulmuştur. Toplam 33 kategori ve 212 kelime elde edilmiştir.

4.1.1. “Fonksiyon” Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri

Tablo – 3’te “Fonksiyon” anahtar kavramına ilişkin verilen cevap kelimeler ve bu cevap kelimeler ile oluşturulmuş kategorilere yer verilmiştir. Buna göre, araştırmaya katılan öğretmen adayları tarafından “Fonksiyon” anahtar kavramına 98 cevap kelime verilmiştir. Bu cevap kelimeler ile 12 kategori oluşturulmuştur.

Tablo-3: “Fonksiyon” Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeleri ve Frekanslarıyla Oluşturulan Kategoriler

Kategoriler	Kelimeler ve Frekansları	Toplam Frekansları
Fonksiyon Çeşitleri	Birebir fonksiyon – 72	258
	Örten fonksiyon – 69	
	Tek / çift fonksiyon – 25	
	Sabit fonksiyon – 22	
	Birim fonksiyon – 17	
	İçine fonksiyon – 17	
	Artan / azalan fonksiyon – 12	
	Birebir örten fonksiyon – 9	
	Sıfır fonksiyon – 8	
	Doğrusal fonksiyon – 5	
Eşit fonksiyon – 2		
Fonksiyon Tanımı	Tanım kümesi – 63	151
	Değer kümesi – 48	
	Görüntü kümesi – 32	
	A dan B ye – 8	
İlişki	Eşleşme – 14	83
	İlişki – 12	
	Dönüşüm – 11	
	Fabrika – 11	
	Girdi / çıktı – 9	
	İşlev – 7	
	Makine – 5	
	Kural – 3	
	Bağlantı – 2	
	Sistem – 2	
	Çevirici – 1	
	Formül – 1	
	Üreteç – 1	
	Görev mekanizması – 1	
	Transfer – 1	
	İşleme – 1	
Beyin fonksiyonu – 1		

	Değişken – 17	
	Bilinmeyen – 14	
	Denklem – 13	
	Sayı – 10	
	Üslü / köklü sayı – 4	
	Matematiksel ifade – 4	
Denklem / Değişken	$x^2 - 3$	81
	Sabit – 3	
	Değer – 3	
	Bağımlı / bağımsız – 3	
	Değer bulma – 3	
	$x - 3$	
	Denk / eşdeğer – 2	
	Grafik – 38	
	$f(x) - 13$	
	Tepe noktası – 7	
	Koordinat düzlemi – 6	
Gösterim	Parabol – 6	80
	Eğri / doğru – 4	
	Öteleme – 3	
	Teğet – 1	
	Gösterim – 1	
	x ve y eksenleri – 1	
	Ters fonksiyon – 41	
	Bileşke fonksiyon – 24	
İşlemler	Çarpma – 4	80
	Çıkarma – 4	
	Toplama – 4	
	Bölme – 3	
	Bağıntı – 68	
	Simetri – 3	
	Yansıma – 3	
Bağıntı	Bağıntı sayısı – 1	77
	Bağıntı alt kümesi – 1	
	Özel bağıntı – 1	

Küme	Küme – 39	75
	İyi tanımlı – 14	
	Eleman – 7	
	Açıklık / kapalılık – 5	
	$R / Q / Z$ – 4	
	Alt küme – 3	
	Kapsama – 2	
Özalt küme – 1		
İkili İşlem	İşlem – 36	37
	İkili işlem – 1	
Fonksiyon Tipleri	Trigonometrik fonksiyon – 7	29
	Özel fonksiyon – 6	
	Logaritmik fonksiyon – 3	
	Parametrik fonksiyon – 3	
	Üstel fonksiyon – 3	
	Özel tanımlı fonksiyon – 2	
	Hiperbolik fonksiyon – 1	
	Tam değer fonksiyon – 1	
	Signum fonksiyon – 1	
e^x fonksiyon – 1		
Parçalı fonksiyon – 1		
Kartezyen Çarpım	Kartezyen çarpım – 18	22
	Sıralı ikili – 3	
	Sıralama – 1	
İleri matematik	Süreklilik / süreksizlik – 10	19
	Türev – 3	
	Limit – 2	
	İntegral – 1	
	Topoloji – 1	
	Analiz – 1	
Homomorfizma – 1		
12 Kelime	98 Kelime	992

4.1.2. “Bağıntı” Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri

Tablo – 4’te “Bağıntı” anahtar kavramına ilişkin verilen cevap kelimeler ve bu cevap kelimeler ile oluşturulmuş kategorilere yer verilmiştir. Buna göre, araştırmaya katılan öğretmen adayları tarafından “Bağıntı” anahtar kavramına 53 cevap kelime verilmiştir. Bu cevap kelimeler ile 10 kategori oluşturulmuştur.

Tablo – 4: “Bağıntı” Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler ve Frekanslarıyla Oluşturulan Kategoriler

Kategoriler	Kelimeler ve Frekansları	Toplam Frekansları
Bağıntının özellikleri	Simetri – 52	181
	Yansıma – 48	
	Geçişme – 44	
	Ters simetri – 37	
Fonksiyon	Fonksiyon – 77	122
	İlişki – 17	
	Örten fonksiyon – 10	
	Birebir fonksiyon – 8	
	Bağlantı – 5	
	Dönüşüm – 3	
	Görüntü – 1	
Polinom – 1		
Kartezyen çarpım	Kartezyen çarpım – 77	114
	Sıralı ikili – 32	
	İyi sıralı – 5	
Küme	Küme – 53	84
	Alt küme – 19	
	Eleman – 8	
	Noktalar kümesi – 4	
	Boş küme – 3	
Bağıntı Tipleri	Kapsama – 1	71
	Denklik bağıntısı – 44	

	Sıralama bağıntısı – 27	
Gösterim	$\Phi - \psi - \varphi - \beta$ gibi semboller – 14	
	$f(x)$ – 13	
	Koordinat düzlemi – 12	
	Grafik – 7	53
	Apsis / ordinat – 4	
	Orijin – 2	
	Parabol – 1	
İşlem	İşlem – 42	42
Bağıntı Tanımı	Tanım kümesi – 13	
	Değer kümesi – 10	
	A dan B ye – 8	
	Görüntü kümesi – 4	40
	Tanımlı – 4	
	Tanım aralığı – 1	
Denklem / değişken	Kural – 5	
	Cebirsel ifade – 5	
	Terim – 3	
	Denklem – 3	
	Bağımlı – 1	20
	İfade – 1	
	Değişken – 1	
	Değer vermek -1	
İleri matematik	Homomorfizma / izomorfizma – 2	
	Cebir – 2	
	Grup – 2	
	Halka – 1	
	İntegral – 1	11
	İdeal – 1	
	Tamlık bölgesi – 1	
	Süreklilik / süreksizlik – 1	
10 Kelime	53 Kelime	738

4.1.3. “İşlem” Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tabloları ve Kategorileri

Tablo – 5’te “İşlem” anahtar kavramına ilişkin verilen cevap kelimeler ve bu cevap kelimeler ile oluşturulmuş kategorilere yer verilmiştir. Buna göre, araştırmaya katılan öğretmen adayları tarafından “İşlem” anahtar kavramına 61 cevap kelime verilmiştir. Bu cevap kelimeler ile 11 kategori oluşturulmuştur.

Tablo – 5: “İşlem” Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler ve Frekanslarıyla Oluşturulan Kategoriler

Kategoriler	Kelimeler ve Frekansları	Toplam Frekansları
Dört İşlem	Toplama – 77	267
	Çarpma – 66	
	Çıkarma – 65	
	Bölme – 59	
İşlem Özellikleri	Birim eleman özelliği – 59	199
	Ters eleman özelliği – 46	
	Kapalılık özelliği – 26	
	Birleşme özelliği – 23	
	Değişme özelliği – 20	
	Yutan eleman özelliği – 19	
	Dağılma özelliği – 6	
İşlem Tanımı	Sembol – 34	87
	Matematiksel işlem – 15	
	İkili işlem – 12	
	Kural – 12	
	İlişki – 4	
	12Tanım kümesi – 4	
	Görüntü kümesi – 3	
	AXB den A ya – 3	
Fonksiyon	Fonksiyon – 43	67
	Dönüştürücü – 6	
	Bileşke işlemi – 4	
	Girdi / çıktı – 3	
	Örten fonksiyon – 3	

	Makine – 2	
	Birebir fonksiyon – 2	
	Polinom – 2	
	Grafik – 1	
	Birim fonksiyon – 1	
	Sayı / rakam – 21	
	Denklem – 9	
	Üslü / köklü sayı – 5	
	Matematiksel ifade – 4	
	Bilinen / bilinmeyen – 4	
	Cebirsel ifade – 3	
Denklem / değişken	Değer – 3	60
	Değişken – 2	
	Harf – 2	
	Eşitlik – 2	
	Aritmetik – 2	
	Yerine yazma – 2	
	Tamsayı – 1	
	Cebirsel yapı – 16	
	Grup – 13	
	Halka – 4	
İleri matematik	Homomorfizm – 1	38
	Limit – 1	
	İntegral – 1	
	Cisim – 1	
	Türev – 1	
	Küme – 22	
Küme	İyi tanımlılık – 6	34
	Eleman – 4	
	Alt küme – 2	
	Sıralı ikili – 16	
Kartezyen çarpım	Kartezyen çarpım – 14	30
Bağıntı	Bağıntı – 30	30
	Tablo – 17	
Gösterim	Matematiksel ifade – 4	22
	Grafik – 1	
Modüler Aritmetik	Modüler aritmetik – 11	11

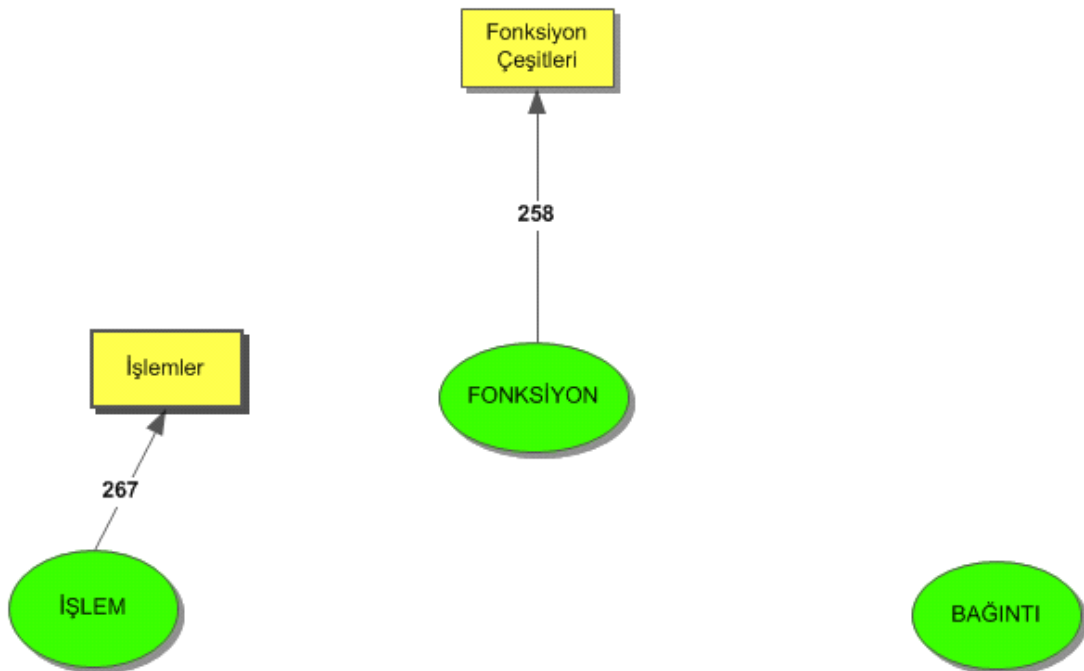
4.2. Fonksiyon, Bağını ve İşlem Kavramlarına Verilen Cevaplara Göre Oluşturulmuş Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

“Fonksiyon”, “Bağını” ve “İşlem” anahtar kavramlarına ilişkin verilen cevap kelimelere ait kategoriler Tablo – 1, Tablo – 2 ve Tablo – 3’te sunulmuştur. Bu kısımda anahtar kavramlara göre oluşturulmuş bu kategorilere ilişkin cevap kelimelerin birbiriyle bağlantılarını gösteren kavram ağları sunulmuştur.

4.2.1. Kesme Noktası 201 ve Üzeri Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 4’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 201 ve üzeri kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 4: Kesme Noktası 201 ve Üzerine Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon” anahtar kavramıyla “Fonksiyon Çeşitleri”; “İşlem” anahtar kavramıyla “Dört İşlem” kategorilerine ait cevap kelimelerin ilişkilendirildiği görülmektedir. Bu aralıkta anahtar kavramlar arasında bir bağlantı ortaya çıkmamıştır. “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramları bu kesme aralığında birbirlerinden kopuktur.

“İşlem” kavramının “Dört İşlem” cevap kelimesiyle ilişkilendirilmesinin sebebi, işlem denilince günlük hayatta en çok kullanılan toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin matematikle özdeşleştirilen kavramlar olarak kullanılması olabilir. Matematikte “ikili işlem” olarak nitelendirilen fakat yaygın olarak sadece “işlem” şeklinde kullanılan bu kavramın toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri üzerinden ifade edilmeye çalışılmasının etkisi olabilir. Başka bir ifadeyle tanım kümesindeki sıralı ikilileri, belirli bir kural sonucunda değer kümesindeki bir elemanla eşleyen bir fonksiyona “ikili işlem” veya “işlem” denmektedir tanımının yerini dört işlemin alması söylenebilir.

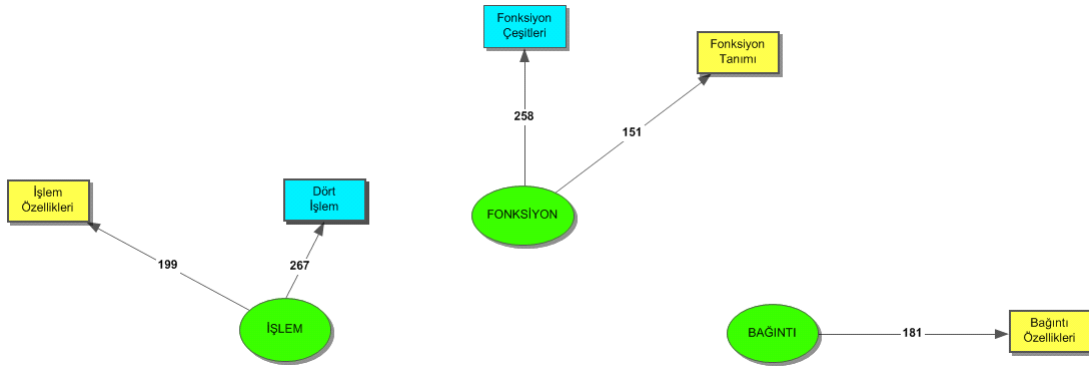
“Fonksiyon” kavramına “Fonksiyon Çeşitleri” kategorisindeki cevap kelimelerin verilmesinin sebebi, bir kavramın çeşitlerinin, o kavramın önüne geçmesinden kaynaklı olabilir.

“Bağıntı” anahtar kavramı bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesiyle ilişkilendirilmemiştir.

4. 2. 2. Kesme Noktası 200 – 151 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 5’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 200-151 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 5: Kesme Noktası 200-151 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon” anahtar kavramıyla “Fonksiyon Tanımı”; “Bağıntı” anahtar kavramıyla “Bağıntı Özellikleri”; “İşlem” anahtar kavramıyla “İşlem Özellikleri” kategorilerindeki cevap kelimelerin ilişkilendirildiği görülmektedir. “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramları bu kesme aralığında da birbirlerinden kopuktur.

“Fonksiyon” kavramının “Fonksiyon Tanımı” cevap kelimesiyle ilişkilendirilmesi; “A ve B boş olmayan iki küme ve f , A’den B’ye bir bağıntı olsun. Eğer f bağıntısı A kümesindeki her elemanı B kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşliyorsa bu bağıntıya A’den B’ye bir fonksiyon denir” tanımı etkili olmuş olabilir. Bu şekilde tanımlanan fonksiyon kavramı, fonksiyon kavramını sınırlandırıp belli bir kuramsal çerçeveye oturturken diğer yandan anlamsal olarak genişletmekte ve kavrama yeni boyutlar kazandırmaktadır. Bu tanımdan fonksiyonun esas itibariyle tanım ve değer kümelerinin elemanları arasında eşlemeler yapan bir bağıntı (Bayazıt, Aksoy, 2013) düşüncesinden kaynaklanmış olabilir.

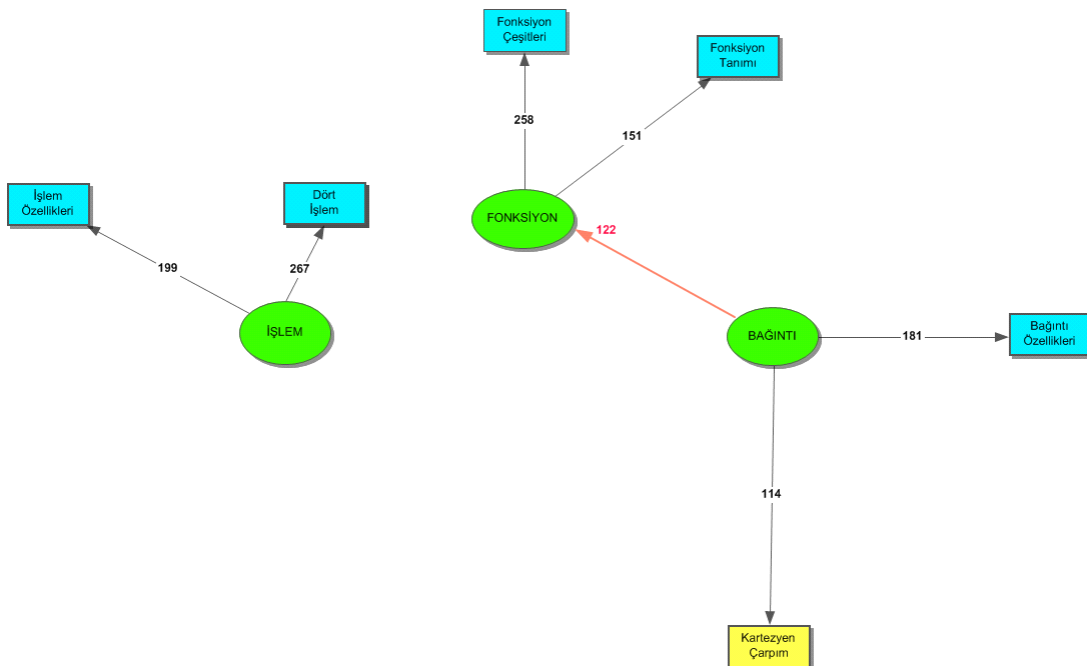
Tanımlanan bir ikili işlemin kapalılık, birleşme, değişme, birim eleman, ters eleman ve yutan eleman kavramları ikili işlemin özellikleri başlığı altında verilmektedir. Bu durum yukarıda ifade edilen özelliklerin sanki ikili işlemin bir özelliği gibi bir algının oluşmasına yol açabilmektedir. Kapalılık özelliği dışındaki özellikler bir ikili işlemin doğal özelliği olmak zorunda değildir (Bingölbali, 2013) ifadesi “İşlem” kavramına “İşlem Özellikleri” kategorisindeki cevap kelimelerin verilmesinde etkili olmuş olabilir. “İşlem” kavramına “İşlem Özellikleri” kategorisindeki cevap kelimelerin verilmesinin bir diğer sebebi, kavram

özelliklerinin, o kavramın önüne geçmesinden kaynaklanabilir. Benzer şekilde “Bağıntı” kavramına “Bağıntı Özellikleri” kategorisindeki cevap kelimelerin verilmesini de sağlamış olabilir.

4. 2. 3. Kesme Noktası 150 – 101 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 6’da, verilen anahtar kavramlara ilişkin 150-101 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 6: Kesme Noktası 150-101 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Bağıntı” anahtar kavramıyla “Kartezyen Çarpım” cevap kelimesinin ilişkilendirildiği görülmektedir. Bu kesme aralığında “Bağıntı” anahtar kavramıyla “Fonksiyon” anahtar kavramının ilişkilendirildiği

görülmektedir. “Fonksiyon” ve “İşlem” anahtar kavramları bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesiyle ilişkilendirilmemişlerdir.

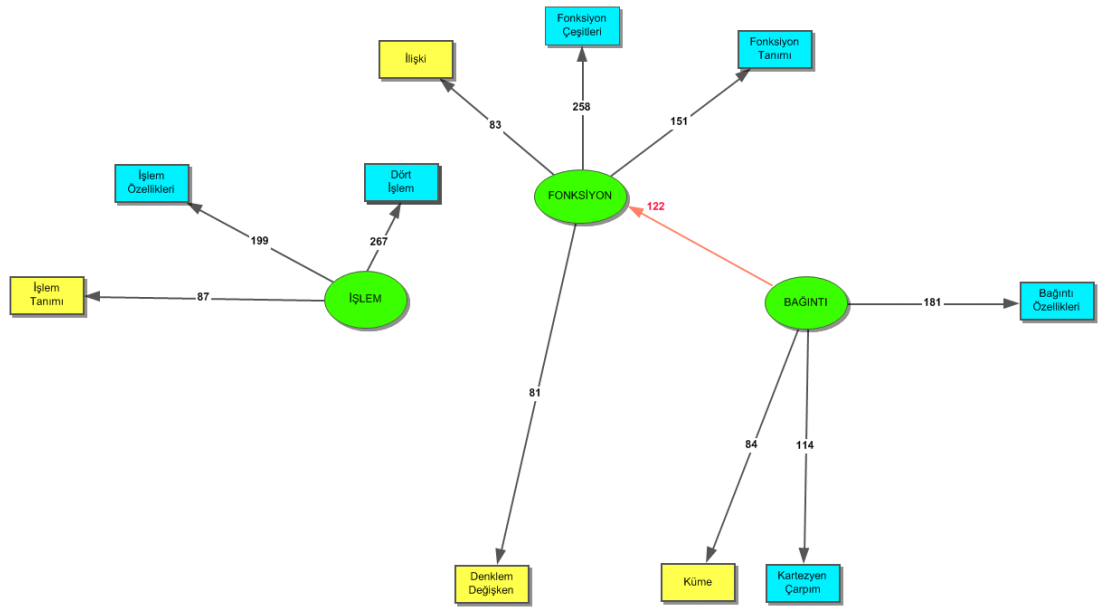
Şekildeki kavram ağına bakıldığında anahtar kavramlardan “Fonksiyon” ve “Bağıntı” arasındaki ilk ilişkilendirme gerçekleşmiştir. Bağıntı kavramı, matematiğin önemli konularının en önünde yer alan fonksiyon kavramı için gerekli bir kavramdır. “A kümesinden B kümesine bir bağıntı olan f , A kümesindeki her elemanı B kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşliyorsa bu bağıntıya A kümesinden B kümesine bir fonksiyon denir” (Bayazit ve Aksoy, 2013) şeklindeki tanım ilişkilendirmede etkili olmuş olabilir.

“Bağıntı” anahtar kavramının “Kartezyen Çarpım” cevap kelimesiyle ilişkilendirilmesinde; “A ve B boştan farklı iki küme olmak üzere, A ile B kümelerinin kartezyen çarpım kümesinin her bir alt kümesine A kümesinden B kümesine bağıntı denir” (Narlı, 2013) şeklindeki tanım etkili olmuş olabilir.

4. 2. 4. Kesme Noktası 100 – 81 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 7’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 100-81 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 7: Kesme Noktası 100-81 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon” anahtar kavramıyla “İlişki” ve “Değişken/Denklem”; “Bağıntı” anahtar kavramıyla “Küme”; “İşlem” anahtar kavramıyla da “İşlem Tanımı” kategorisindeki cevap kelimelerle ilişkilendirildiği görülmektedir.

Matematiğin en temel kavramlarından biri olan “Fonksiyon” anahtar kavramının, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişki olarak tanımlanması, “Fonksiyon” anahtar kavramına “İlişki” cevap kelimesinin verilmesini etkilemiş olabilir.

“Fonksiyon” anahtar kavramının “Denklem/Değişken” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesinde, kavram imajları x ve y değişkenleri içeren ve “=” işareti kullanılarak yazılmış denklem formatındaki cebirsel ifadelerle kısıtlanmış olan öğrenciler fonksiyonun tanımında belirtilen özellikleri sağlayıp sağlamadığına bakmaksızın bu tür ifadelerin tamamını fonksiyon olarak kabul etmeleri (Bayazit ve Aksoy, 2013) etkili olmuş olabilir. Değişken kavramının anlamının en açık şekilde anlaşıldığı bağlam fonksiyonlardır. Bu bağlamda değişkenlerle gerçek anlamda değişimi gözlemek mümkündür (Bingölbali, 2013). “ x ve y belli bir kural çerçevesinde birbirlerine bağlı iki değişken olsun. Eğer, x değişkenindeki her değişime karşın (x 'e verilen her değere karşın) y değişkeninde de bir değişim söz

konusu oluyorsa (bir ve yalnız bir y değeri elde ediliyorsa) y 'ye x 'in bir fonksiyonu denir". Drihlet tarafından yapılan bu fonksiyon tanımı, fonksiyon kavramının matematiksel manalarından bir tanesi iki veya daha çok değişken arasında var olan bir ilişki olduğu düşüncesini içermektedir (Bayazit ve Aksoy, 2013). Ve bu süregelen tanım "Fonksiyon" anahtar kavramına "Değişken/Denklem" cevap kelimesinin verilmesini etkilemiş olabilir.

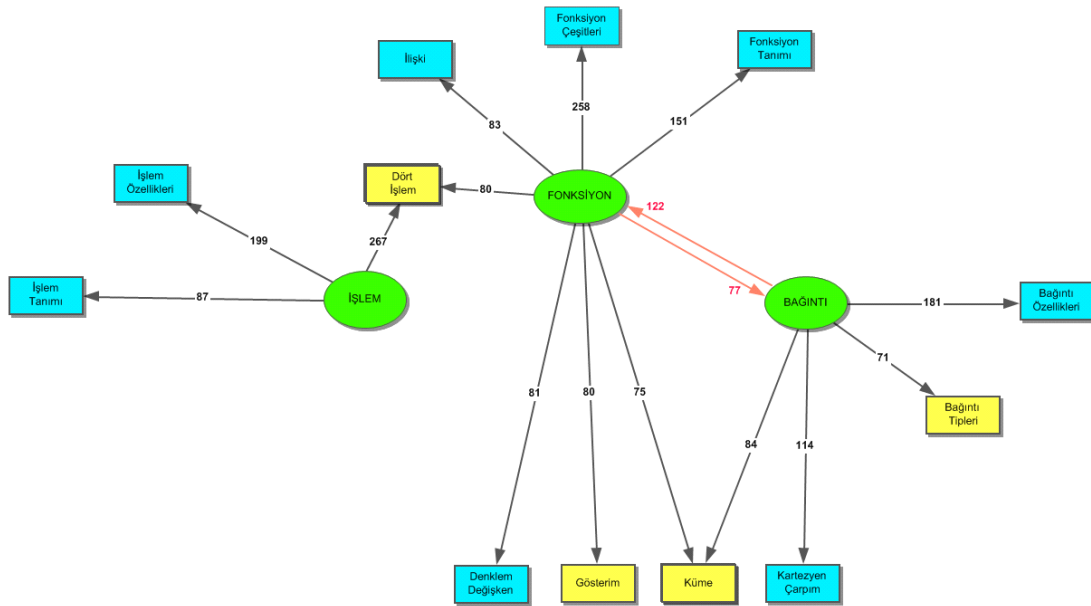
Küme kavramı matematikteki en temel ve en ilginç kavramlardan biridir. Temel bir kavramdır çünkü birçok matematiksel kavram (sayılar, bağıntı, fonksiyon, grup, vs.) küme kavramı yardımıyla tanımlanmaktadır. Bu yönüyle küme matematik disiplini için vazgeçilmez bir değere sahiptir. İlginç bir kavramdır çünkü fonksiyon veya türev gibi tanımlanması mümkün değildir. Küme bu sözü edilen özelliklerinden dolayı, ilgili literatürde sezgisel küme kuramı ve aksiyomatik küme kuramı olmak üzere iki farklı çerçevede ele alınmıştır (Bingölbali, 2013). Küme kavramının bu özelliği "Bağıntı" anahtar kavramına "Küme" cevap kelimesinin verilmesinde etkili olmuş olabilir.

İşlemin tanım kümesi, kümenin kendisiyle kartezyen çarpımından oluşmakta ve tanım kümesinde yer alan elemanlar sıralı ikililer şeklinde ifade edilmektedir. Değer kümesi ise kümenin kendisi olmaktadır. İkili işlem aslında sıralı ikilileri belirli bir operasyon/işlem neticesinde değer kümesindeki bir elemanla eşleyen bir fonksiyondur (Bayazit ve Aksoy, 2013) şeklindeki tanım "İşlem" anahtar kavramının "İşlem Tanımı" kategorisindeki cevap kelimelerle ilişkilendirilmesinde etkili olmuş olabilir.

4. 2. 5. Kesme Noktası 80 – 71 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 8'de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 80-71 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 8: Kesme Noktası 80-71 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon” anahtar kavramıyla “İşlemler”, “Gösterim”, “Küme” ve “Bağıntı”; “Bağıntı” anahtar kavramıyla “Bağıntı Tipleri” kategorilerine ait cevap kelimelerin ilişkilendirildiği görülmektedir.

“Fonksiyon” anahtar kavramına bu kesme noktası aralığında “İşlemler” ve “Küme” cevap kelimesi verilmiştir. Bunun sebebi Şekil – 3 ve Şekil - 6’da ifade edilen açıklamalar olabilir. “Fonksiyon” anahtar kavramının “Gösterim” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesinde, fonksiyonu, grafik çizmeye yarayan bir çeşit formül olarak görme (Ural, 2014) ve tanım kümesindeki her elemanı değer kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşleyen bir bağıntıdan ibaret olan bu kavramın sunumunda grafiklerin (Bayazit ve Aksoy, 2013) ve bir takım sembollerin kullanılıyor olması, bir fonksiyon f bağıntısıyla temsil edilmekte, bu bağıntının yaptığı eşleşmelerin ise ilgili ok ile gösterilmesi etkili olmuş olabilir. x tanım kümesindeki elemanları, $f(x)$ değer kümesindeki elemanları temsil etmektedir. Birçok kaynakta $f(x)$ notasyonunun fonksiyonu temsil etmek için kullanılmış olması etkili olmuş olabilir. “Fonksiyon” kavramının “Bağıntı” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesinde; “A ve B boş olmayan iki küme ve f , A’den B’ye bir bağıntı

olsun. Eğer f bağıntısı A kümesindeki her elemanı B kümesinde bir ve yalnız bir elemene eşliorsa bu bağıntıya A 'dan B 'ye bir fonksiyondur" tanımının etkisi olmuş olabilir. Ayrıca "Fonksiyon" anahtar kavramının "Bağıntı" anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesi sonucunda "Fonksiyon" ve "Bağıntı" anahtar kavramları arasında çift yönlü bir ilişki gerçekleşmiştir.

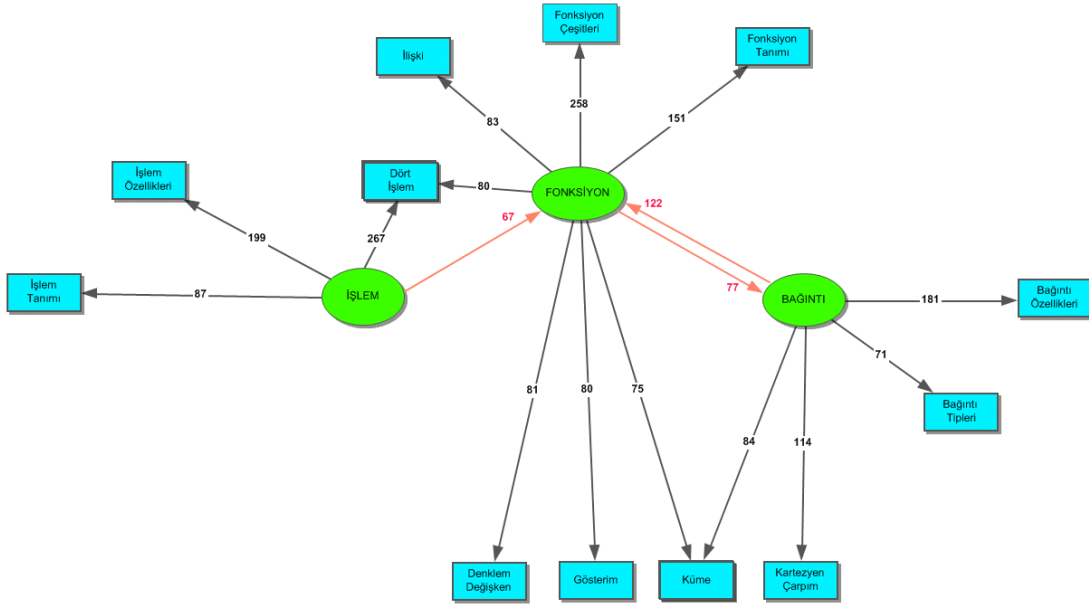
"Bağıntı" anahtar kavramının "Bağıntı Türleri" kategorisindeki cevap kelimelerle ilişkilendirilmesinde, bağıntı türleri denilince genel olarak akla denklik ve sıralama bağıntıları gelmektedir. "Boştan farklı bir A kümesinde tanımlı β bağıntısı yansıma, simetri ve geçişme özelliklerinin üçünü birden sağlıyorsa, β bağıntısına A 'da tanımlı denklik bağıntısı; yansıma, ters simetri ve geçişme özelliklerinin üçünü birden sağlıyorsa, β bağıntısına A 'da tanımlı sıralama bağıntısı denir" tanımı etkili olmuş olabilir.

"İşlem" anahtar kavramı bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesiyle ilişkilendirilmemiştir.

4. 2. 6. Kesme Noktası 70 – 61 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 9'da, verilen anahtar kavramlara ilişkin 70-61 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 9: Kesme Noktası 70-61 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “İşlem” anahtar kavramıyla “Fonksiyon” anahtar kavramının ilk defa bu aralıkta ilişkilendirildiği görülmektedir.

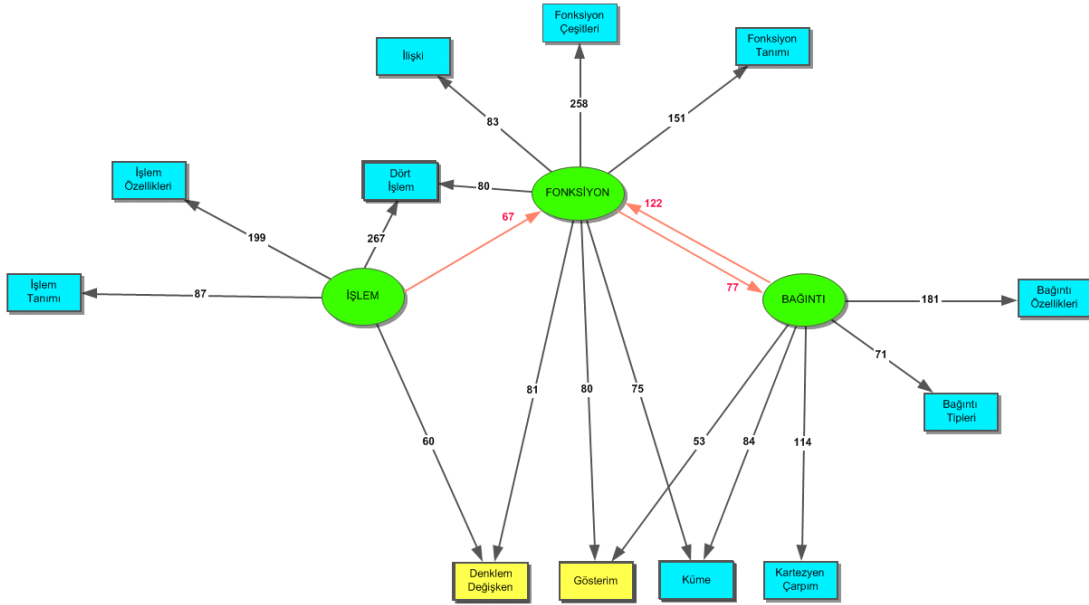
“İşlem” anahtar kavramının “Fonksiyon” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesinde, “A boş olmayan bir küme ve $f: A \times A \rightarrow A$ şeklinde tanımlı her fonksiyona A’da ikili işlem tanımlamasının yapılmış olması, işlemin bir fonksiyon” olarak tanımlanmasının etkisi olmuş olabilir.

“Fonksiyon” ve “Bağıntı” anahtar kavramları bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesiyle ilişkilendirilmemiştir.

4. 2. 7. Kesme Noktası 60 – 51 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 10’da, verilen anahtar kavramlara ilişkin 60-51 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 10: Kesme Noktası 60-51 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Bağıntı” anahtar kavramıyla “Gösterim”; “İşlem” anahtar kavramıyla “Denklem/Değişken” cevap kelimelerinin ilişkilendirildiği görülmektedir.

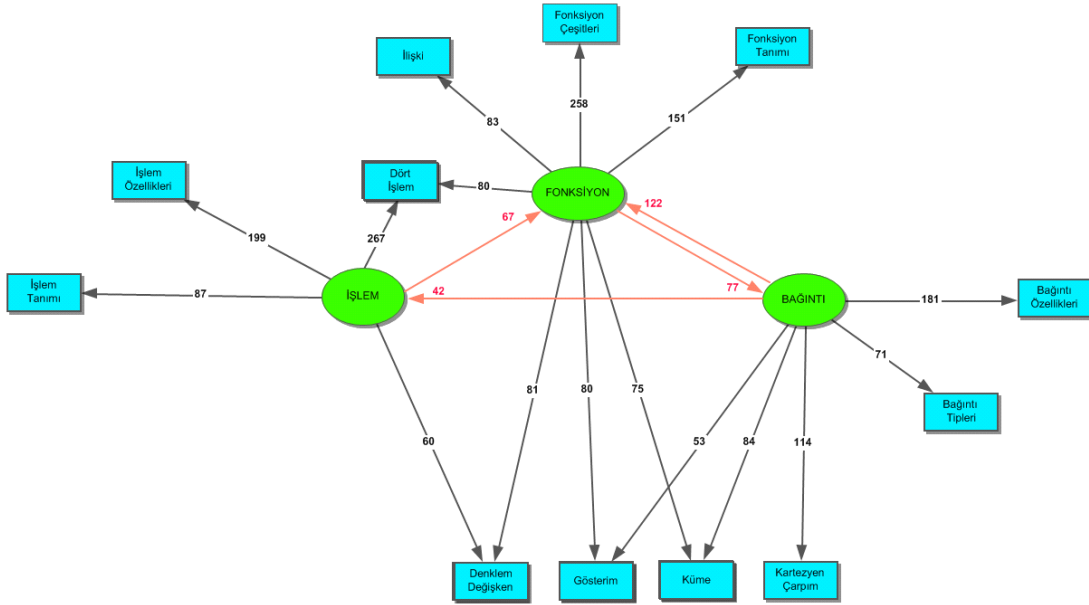
“Bağıntı” anahtar kavramına bu kesme noktası aralığında “Gösterim” kategorisine ait cevap kelimeler verilmiştir. Bunun sebebi bağıntı elemanlarının tanımında ve gösteriminde β , φ , ψ gibi sembollerin kullanılmış olması etkili olabilir. Ayrıca Şekil – 5’te ifade edilen açıklamaların etkisi de olmuş olabilir.

“Fonksiyon” anahtar kavramı bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesiyle ilişkilendirilmemiştir.

4. 2. 8. Kesme Noktası 50 – 41 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 11’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 50-41 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 11: Kesme Noktası 50-41 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



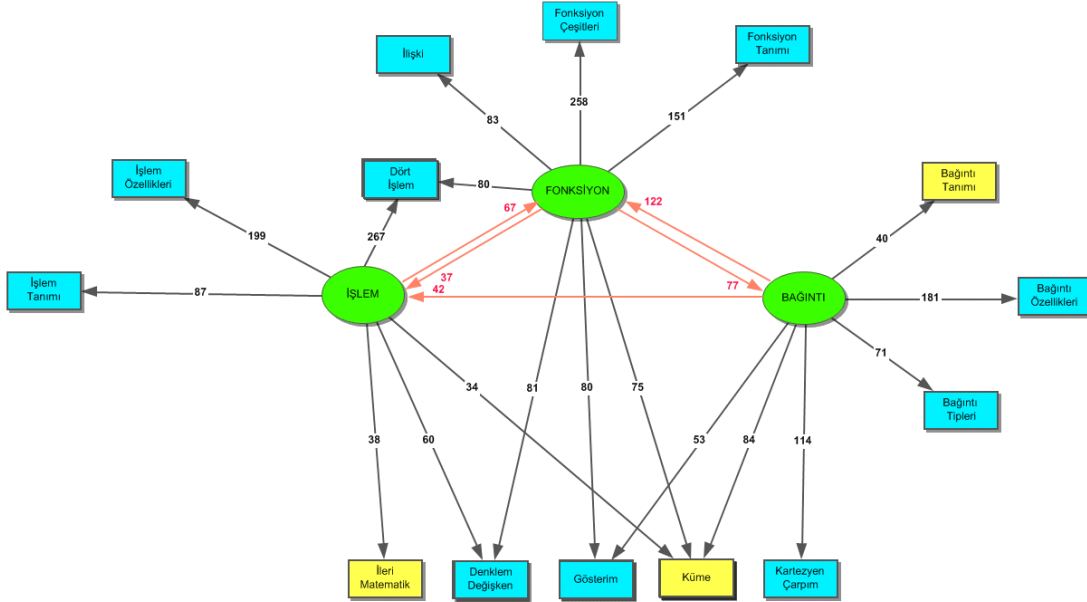
Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon”, “Bağinti” ve “İşlem” anahtar kavramlarına bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesinin verilmediği, “Bağinti” anahtar kavramıyla “İşlem” anahtar kavramının ise ilk defa bu aralıkta ilişkilendirildiği görülmektedir.

“Bağinti” anahtar kavramının “İşlem” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesinde, işlem kavramının tanımında bağinti kavramının yer alması olmuş olabilir.

4. 2. 9. Kesme Noktası 40 – 31 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 12’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 40-31 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 12: Kesme Noktası 40-31 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Bağinti” anahtar kavramıyla “Bağinti Tanımı”, “İşlem” anahtar kavramıyla “Küme” ve “İleri Matematik” kategorilerine ait cevap kelimelerin, “Fonksiyon” anahtar kavramıyla da “İşlem” anahtar kavramının ilişkilendirildiği görülmektedir. Ayrıca “Fonksiyon” anahtar kavramının “İşlem” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesi sonucunda “Fonksiyon” ve “İşlem” anahtar kavramları arasında çift yönlü ilişki bu aralıkta gerçekleşmiştir.

Cebirin önemli kavramlarından olan grup, halka ve cisim gibi bazı temel kavramların tanımında kullanılan işlem, içerisinde barındırdığı kavramlar itibariyle oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Yukarıda bahsi geçen kavramların işlem kavramı olmaksızın tanımlanmaları mümkün değildir. Bu düşünceler ışığında, “İşlem” anahtar kavramının “İleri Matematik” kategorisindeki cevap kelimelerle ilişkilendirildiği düşünülmüş olabilir. “İşlem” anahtar kavramına bu kesme noktası aralığında “Küme” cevap kelimesi verilmiştir. Bunun sebebi Şekil – 6’da ifade edilen açıklamalar olabilir.

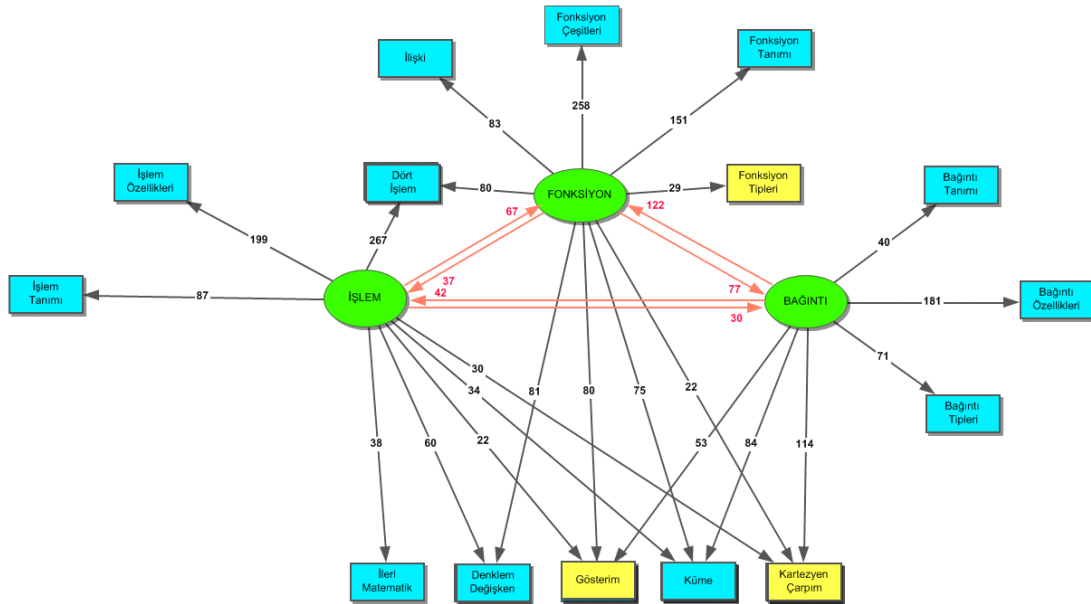
“Bağıntı” anahtar kavramının “Bağıntı Tanımı” kategorisindeki cevap kelimelerle ilişkilendirilmesinde sıralı ikili, kartezyen çarpım ve bağıntı kavramlarının tanım ve özelliklerinin etkisi olmuş olabilir.

Şekildeki kavram ağına bakıldığında “Fonksiyon” anahtar kavramına bu kesme noktası aralığında herhangi bir cevap kelimesinin verilmediği görülmüştür. Ayrıca bu kesme aralığında “Küme” cevap kelimesinin “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramlarının hepsiyle ilişkilendirildiği de görülmüştür.

4. 2. 10. Kesme Noktası 30 – 21 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 13’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 30-21 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 13: Kesme Noktası 30-21 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon” anahtar kavramıyla “Fonksiyon Tipleri” ve “Kartezyen Çarpım”, “İşlem” anahtar kavramıyla “Kartezyen Çarpım” ve “Gösterim” kategorilerine ait cevap kelimelerinin, “İşlem” anahtar kavramıyla “Bağıntı” anahtar kavramının ilişkilendirildiği görülmektedir. Ayrıca “İşlem” anahtar kavramının “Bağıntı” anahtar kavramıyla ilişkilendirilmesi sonucunda “İşlem” ve “Bağıntı” anahtar kavramları arasında çift yönlü bir ilişki gerçekleşmiştir. Bu kesme aralığında “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve İşlem” anahtar kavramları arasındaki çift yönlü ilişkilerin tamamlandığı görülmektedir.

“Fonksiyon” kavramına “Fonksiyon Tipleri” kategorisine ait cevap kelimelerin verilmesinin sebebi, bir kavramın çeşitlerinin, o kavramın önüne geçmesinden kaynaklı olabilir.

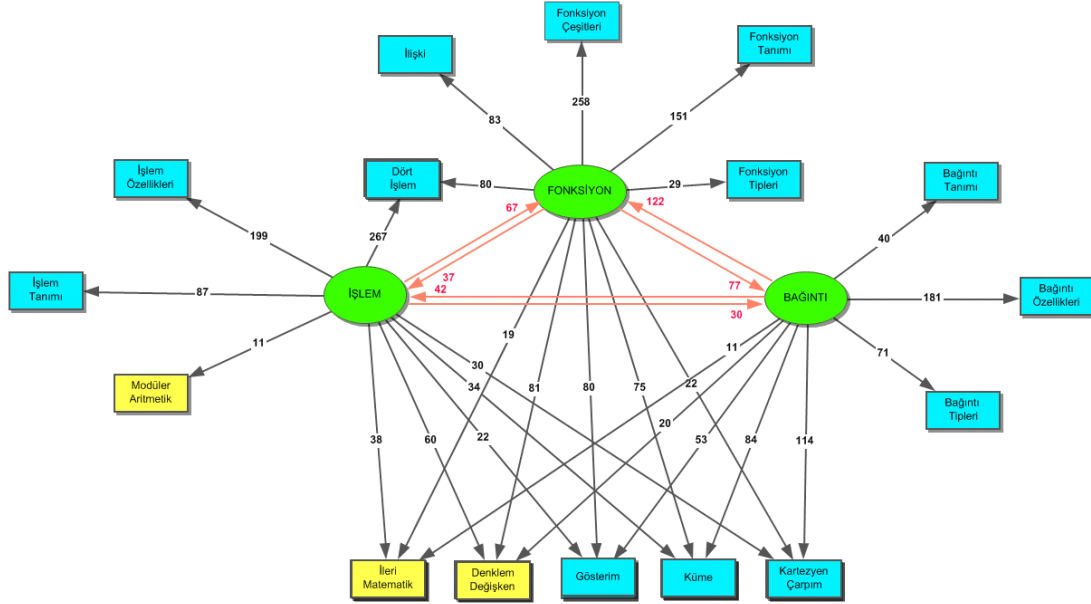
“İşlem” ve “Fonksiyon” anahtar kavramlarına bu kesme noktası aralığında “Kartezyen Çarpım” cevap kelimesi verilmiştir. Bunun sebebi Şekil - 5’de ifade edilen açıklamalar olabilir. Ayrıca ikili işlemlerin gösteriminde tablo, cebirsel yapı ve venn şemasının kullanılmış olması da “İşlem” anahtar kavramına “Gösterim” kategorisine ait cevap kelimelerin verilmesini etkilemiş olabilir. Ayrıca Şekil - 7’de ifade edilen açıklamaların da etkisi olmuş olabilir.

Ayrıca bu kesme aralığında “Kartezyen Çarpım” ve “Gösterim” cevap kelimelerinin “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramlarının hepsiyle ilişkilendirildiği de görülmüştür.

4. 2. 11. Kesme Noktası 20 – 11 Aralığında Olan Cevap Kelimelerden Oluşan Kategorilere İlişkin Kavram Ağları ve Yorumlar

Şekil – 14’de, verilen anahtar kavramlara ilişkin 20-11 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil – 14: Kesme Noktası 20-11 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı



Şekildeki kavram ağına göre “Fonksiyon” anahtar kavramıyla “İleri Matematik”, “Bağıntı” anahtar kavramıyla “İleri Matematik” ve “Denklemler/Değişkenler” ve “İşlem” anahtar kavramıyla “Modüler Aritmetik” kategorilerine ait cevap kelimelerin ilişkilendirildiği görülmektedir.

“Fonksiyon” anahtar kavramına bu kesme noktası aralığında “İleri Matematik” kategorisine ait cevap kelimeleri verilmiştir. Bunun sebebi Şekil - 11’de ifade edilen açıklamalar olabilir. Benzer şekilde “Bağıntı” anahtar kavramına “İleri Matematik” ve “Denklemler/Değişkenler” kategorisine ait cevap kelimeleri verilmiştir. Bunu sebebi Şekil - 11 ve Şekil - 6’da ifade edilen açıklamalar olabilir.

“İşlem” anahtar kavramına bu kesme noktası aralığında “Modüler Aritmetik” kategorisine ait cevap kelimeleri verilmesinde kalan sınıfları, grup, halka, cisim gibi kavramların yanı sıra okul müfredatında “Modüler Aritmetik” konusunun “İşlem” konusundan önce işleniyor olması da etkili olmuş olabilir.

Ayrıca bu kesme aralığında “İleri Matematik” ve “Denklemler/Değişkenler” cevap kelimelerinin “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramlarının hepsiyle ilişkilendirildiği de görülmüştür.

5. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Soyut olan matematiksel kavramları ve bu kavramların birbirleriyle olan ilişkilerini kavramsal yaklaşım benimsenerek, öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlamak, matematik eğitiminin kapsamı içerisinde yer almaktadır. Öğrenmenin anlamlı olup olmadığını, öğrenilen kavramlar arasında ilişki kurulup kurulmadığını anlamak ve öğrencilerin kavramlara dair bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak için farklı ölçme teknikleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerden biri de Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testidir. Bu çalışmada, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi kullanılarak matematiğin temel konularından olan “Fonksiyon” ve fonksiyon kavramı ile ilişkili olan “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramlarına dair matematik öğretmen adaylarının bilişsel yapıları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde araştırmanın bulguları tartışılmış, araştırmadan elde edilen sonuçlara yer verilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

5. 1. Tartışma ve Sonuç

Fonksiyon kavramı matematik ders programları içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. İlköğretimden üniversiteye kadar matematik ders programlarında bu kavrama rastlamak mümkündür. İlköğretim düzeyinde toplama gibi temel aritmetiksel işlemlerin fonksiyon düşüncesini içerdiği söylenebilir; çünkü toplama operatörü \mathbb{R} 'den aldığı iki elemanı işleme tabi tuttukten sonra yine \mathbb{R} 'de bir elemana eşlemektedir (Bayazit ve Aksoy, 2013). Bu araştırmada, matematik ders programları içerisinde oldukça önemli bir yer tutan fonksiyon, bağıntı ve işlem kavramlarına ilişkin öğretmen adaylarının kavramsal yapıları incelenmiş olup yeni ve farklı bulgulara ulaşılmıştır.

Araştırmamızda her üç anahtar kavram için 51 ve üzeri frekansta ilişkilendirilmenin yapıldığı kategoriler daha önemli ve dikkat çekici bulunmuştur.

“Fonksiyon” anahtar kavramının yüksek frekansta ilişkilendirildiği kategoriler; Fonksiyon Çeşitleri, Fonksiyon Tanımı, İlişki, Denklem/Değişken, Gösterim, Dört İşlem, Bağıntı ve Kümedir. Bu kategoriler incelendiğinde, verilen cevap kelimelerin müfredat çerçevesinde beklenen kelimeler olduğu görülmektedir. İşlem, Fonksiyon Tipleri, Kartezyen Çarpım ve İleri Matematik cevap kategorilerinin frekans değerlerinin düşük çıkması dikkat çekicidir.

Bu araştırmada fonksiyon anahtar kavramıyla ilgili elde edilen kategoriler, Williams (1998) ve Erdoğan (2007) çalışmalarında fonksiyonlar konusunda oluşturulan kavram haritalarında yer alan kavramlarla benzerlik göstermektedir.

“Bağıntı” anahtar kavramının yüksek frekansta ilişkilendirildiği kategoriler; Bağıntı Özellikleri, Fonksiyon, Kartezyen Çarpım, Küme, Bağıntı Tipleri ve Gösterimdir. Bu kategorilerdeki cevap kelimelerin müfredat kapsamında en çok vurgulanan kavramlar olduğu görülmektedir. İşlem, Bağıntı Tanımı, Denklem/Değişken ve İleri Matematik cevap kategorilerinin frekans değerlerinin düşük çıkması dikkat çekicidir.

“İşlem” anahtar kavramının yüksek frekansta ilişkilendirildiği kategoriler; Dört İşlem, İşlem Özellikleri, İşlem Tanımı, Fonksiyon, Denklem/Değişkendir. Bu kategorilerdeki cevap kelimeler müfredat kapsamında sık kullanılan kavramlardan oluşmaktadır. İleri Matematik, Küme, Kartezyen Çarpım, Bağıntı, Gösterim ve Modüler Aritmetik cevap kategorilerinin frekans değerlerinin düşük çıkması dikkat çekicidir.

“Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramlarının tanımlamalarına her üç anahtar kavramda da yer verilmiştir. “Fonksiyon Tanımı”, “Bağıntı Tanımı” ve “İşlem Tanımı” için oluşturulan kategorilerdeki cevap kelimelerinin, tanımlamalar için kullanılan kavramları ihtiva ettiği ve istenilen düzeyde olduğu görülmüştür.

Her üç anahtar kavramla ilişkilendirilen kategoriler sırasıyla “Küme”, “Kartezyen Çarpım”, “Gösterim”, “Denklem” ve “İleri Matematik”tir. Bu kategorilerdeki cevap kelimeler her üç anahtar kavram içinde önemli kavramlar

arasında yer almaktadır. Bu kavramların frekanslarının yer yer düşük olması yatay ilişkilendirilmenin zayıf olmasından kaynaklanmış olabilir.

“Denklemler/Değişkenler” kategorisi her üç anahtar kavram için de oluşmuş olup en yüksek frekans değeri “Fonksiyon” anahtar kavramına aittir. Öğretmen adaylarının genellikle fonksiyonları bir formülle verilen eşleme kuralı olarak inşa etmeleri ya da bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirlemede, $f(x)$ notasyonunun kullanım gerekçelerini söylemede yaşadıkları zorluklar (Even, 1993; Şandır, 2006) literatürde yer almaktadır. Bu anlamda “Fonksiyon” yerine “Denklemler/Değişkenler” kavramının hatalı bir şekilde kullanımının, bu çalışmaya katılan öğretmen adayları için de söz konusu olduğu düşünülmektedir.

“Küme” kategorisindeki cevap kelimeleri “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramları için temel yapı taşı görevindedir. Her üç anahtar kavramın tanımları içerisinde yer alan “Küme” kavramının her üç anahtar kavram için de düşük frekansta ilişkilendirilmiş olması dikkat çekicidir. Matematik öğretim programındaki (MEB, 2013) yapılan son değişiklikle “Küme” kavramının ilk defa lise seviyesinde ele alınacak olması gelecek yıllarda öğrencilerin “Küme” kavramından hangi kavramlara ulaşmaları gerektiği ve diğer kavramlarla arasındaki ilişkiyi görmelerini zorlaştıracakı düşünülmektedir.

“Gösterim” kategorisindeki cevap kelimeleri, her üç anahtar kavram içinde düşük frekansta yer almıştır. Öğrencilerin fonksiyon, bağıntı ve işlem tanımları yaparken genelde sözel ifadeyi kullandıkları, sembolik olarak yapılan tanımların tamamına yakınında ise anlamsız sembolik ifadelerin kullanıldığı görülmüştür. Öğrencilerin genel olarak cebirde özel olarak da fonksiyonla ilgili notasyonlarda ve sembolik yazılımlarda zorluk çekmesi (Ural, 2006) durumu, araştırmamıza katılan öğretmen adayları içinde söz konusu olduğu düşünülmektedir.

Araştırmamızda anahtar kavramlar arasındaki ilk ilişkinin “Bağıntı”-“Fonksiyon” arasında gerçekleştiği görülmektedir. “Bağıntı”-“Fonksiyon” arasındaki frekans değerinin, oluşturulan diğer kategorilere göre yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Bu durum, matematik öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının

tanımını yaparken genellikle bağıntı kavramından yola çıkıyor olmalarından kaynaklandığını ve fonksiyon kavramının bağıntının özel bir hali olduğunu bildiklerini göstermektedir. Bağıntı konusunun lise matematik öğretim programından çıkarılmış olması (MEB, 2013), gelecek yıllarda öğrencilerin bağıntı ve fonksiyon arasındaki kavramsal ilişkiyi kurmalarında zorluk yaşamalarına sebep olabilir.

Araştırmada, “Fonksiyon”, “Bağıntı” ve “İşlem” anahtar kavramlarının çift yönlü ilişkilendirme frekanslarının düşük seviyede kaldığı görülmüştür. En yüksek frekans “Bağıntı”-“Fonksiyon”, en düşük frekans “İşlem”-“Bağıntı” anahtar kavramları arasında gerçekleşmiştir. “Fonksiyon” ve “İşlem” kavramları “Bağıntı” kavramıyla açıklanıyor olmasına rağmen, bu çalışmada elde edilen ilişkilendirmede bu durum görülmemiştir. Burada öğretmen adayları, öncelikle üç temel anahtar kavramı birbiriyle ilişkilendirmek yerine her bir anahtar kavramı kendi alt kategorileri ile ilişkilendirmişlerdir. Her üç anahtar kavramın birbiriyle ilişkilendirilme frekansları son basamaklara doğru yoğunlaşmıştır. Bu durum üç kavramın birbirinden kopuk olarak algılanmasından, üç kavrama müfredat içerisinde farklı zamanlarda yer verilmesinden, üç kavrama farklı anlamlar yüklenmesinden kaynaklanmış olabilir. Matematik öğretim programındaki yapılan son değişiklik (MEB, 2013) bağıntı konusunun müfredattan kaldırılmış olması, gelecek yıllarda öğrencilerin bu anahtar kavramlar arasındaki ilişkiyi görmelerini daha da zorlaştırabilir.

5.2. Öneriler

Araştırma sonunda elde edilen veriler yardımıyla şu önerilerde bulunulabilir;

1. Farklı alanlarda kullanılmış olan Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi'nin, matematik alanında kullanımı nadirdir. Bu anlamda matematik kavramlarının öğrencilerin zihinlerindeki ilişkilerini ortaya koymak amacıyla başka kavramlar belirlenerek araştırmaların yapılması önerilmektedir.

2. Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi, farklı matematik konularına yönelik eğitimin diğer kademelerinde öğrenim gören öğrencilere ve matematik dersi öğretiminde görev alan bütün kademelerdeki öğretmenlere de uygulanabilir. Böylece öğrenci ve öğretmenlerin belli konulardaki bilişsel yapıları karşılaştırılabilir.

3. Küme konusunun ortaokul düzeyinden lise düzeyine kaydırılması ve Bağlantı konusunun lise müfredatından çıkarılmış olmasının, öğrencilerin fonksiyon ve diğer pek çok kavramı anlamasında ve kavramlar arası ilişki kurmalarında olumsuz etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bu anlamda öğretim programının bu olumsuzlukları giderecek şekilde yeniden düzenlenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, K. ve Işık, A. (2005). Limit Kavramının Anlaşılmasında Etkileşimli Öğretim Stratejisinin Etkinliğinin İncelenmesi ve Bu Süreçte Karşılaşılan Kavram Yanılgıları, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13 (2), 497-512.
- Akboy, R. (2000). *Eğitim Psikolojisi*. İzmir: Mikro Yayınları.
- Aktaş Arnas, Y. (2006). *Okul Öncesi Dönemde Matematik Öğretimi* (3. baskı). Adana: Nobel Kitapevi.
- Akinoğlu, O. (1995). İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Matematik Kavramları Gelişiminde Öğretmen, Öğrenci ve Ailenin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, MARMARA ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Altun, M. (2007). *Eğitim Fakülteleri ve Matematik Öğretmenleri İçin Ortaöğretimde Matematik Öğretimi*. Bursa: Aktüel Alfa Akademi.
- Ata, A. (2013). *Öğretmen Adaylarının Olasılık Konusuna İlişkin Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Avcı, N. ve Dere, H. (2002). *Okul Öncesi Çocuğu ve Matematik*, www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/OkulOncesi/.../t262d.pdf
Erişim Tarihi: 18.02.2016.
- Ay, M. (2011). Conceptual Frameworks Of University Students Regarding Accounting. *African Journal of Business Management*, 5(5), 1570-1577.
- Aydın, B. (2004). Gelişimin Doğası, (Ed. Binnur Yeşilyaprak) *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi* içinde. Ankara: Pegem A Yayıncılık, 29-51.
- Aydın, A. (2004). *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Bahar, M. (2002). Biyoloji Eğitiminde Kavram Haritalarının Kullanımı, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 1(1), 25-40.

- Bahar, M., Alex H. Johnstone ve Sutcliffe, R. (1999). Investigation of Students' Cognitive Structure in Elementary Genetics Through Word Association Tests. *Journal of Biological Education*, 33(3),134-141.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. ve Bıçak, B. (2006). *Geleneksel ve Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Öğretmen El Kitabı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Baki, A. (1996). *Okul Matematiğinde Ne Öğretelim Nasıl Öğretelim*. Milli Eğitim, 130, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Baki, A., Bell, A. (1997). *Ortaöğretim Matematik Öğretimi*. 1. Cilt, Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve İşlevsel Bilgi Bağlamında Lise Öğrencilerinin Cebir Bilgilerinin Karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-26.
- Bayazit, İ., Aksoy, Y. (2013). Fonksiyon kavramı: epistemolojisi, algı türleri ve zihinsel gelişimi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(1): 1-9.
- Baykul, Y. (2002). *İlkoğretimde Matematik Öğretimi (6-8. sınıflar)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Baykul, Y. (2009). *İlkoğretimde Matematik Öğretimi (1-5. sınıflar)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Berkant, H.G. (2007). *Dokuzuncu Sınıf Biyoloji Dersinde Yapıcı Öğrenme Temelli Hazırlanan Anlamlı Nedensel Düşünmeye Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Anlamlı Nedensel Düşüncelerine, Akademik Başarılarına, Kalıcılığa ve Günlük Yaşam Davranışlarına Etkisi*, Doktora Tezi, ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

- Bingölbalı, E. (2013). İşlem: Matematiksel Anlamı Ve Tarihsel Gelişimi. (Editörler: İsmail Özgür Zembat vd.). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramla*, Ankara: Pegem Akademi, 353-370.
- Daskolia, M., Flogaitis, E. ve Papageorgiou, E. (2006). Kindergarten Teachers' Conceptual Framework On The Ozone Layer Depletion. Exploring The Associative Meanings of a Global Environmental Issue. *Journal of Science Education and Technology* 5(2), 168-178.
- Deryakulu, D. (2001). Yapıcı Öğrenme. (Editör: Ali Şimşek). *Sınıfta Demokrasi* Ankara: Eğitim Sen Yayınları, 53-77.
- Dikmenli, M. (2010a). Biology student teachers' conceptual frameworks regarding biodiversity. *Education* 130(3), 479-489.
- Dikmenli, M. (2010). Biology Students' Conceptual Structures Regarding Global Warming. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies* 2(1), 21-38.
- Dikmenli, M., Çardak, O. Ve Kıray, S. A. (2011). Science Student Teachers' Ideas About the 'Gene' Concept. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 15, 2609–2613.
- Dubinsky, E., Harel, G. (1992). The Nature of Process Conception of Function. In Harel, G. And Dubinsky, E. (Eds.), *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*, Mathematical Association of America, 85-104.
- Duru, A. (2006). *Bir Fonsiyon Ve Onun Türevi Arasındaki İlişkiyi Anlamada Karşılaşılan Zorluklar*, Doktora Tezi, ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Eisenberg, T. (1991). Function and Associated Learning Difficulties. In D. O. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking*, Kluwer Academic Publishers,

- Dordrecht, 140-152.
- Engin, A.O., Calapoğlu, M. ve Gürbüzöğlü, S. (2008). Uzun Süreli Bellek ve Öğrenme. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2), 251-262.
- Ercan, F., Taşdere, A. ve Ercan, N. (2010). Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Bilişsel Yapının ve Kavramsal Değişimin Gözlenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2) 136-154.
- Erden M. ve Akman, Y. (2006). *Eğitim Psikolojisi Gelişim Öğrenme Öğretme*, İstanbul: Arkadaş Yayınları.
- Erdoğan, A. (2007). *Kavram Haritalarının Calculus Öğretiminde Kullanılması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ersanlı, K. (2004). Öğrenmede Davranışsal Yaklaşımlar. (Editör: Binnur Yeşilyaprak). *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi*. Ankara: Pegem Yayıncılık, 169-197.
- Ertürk, S. (1984). *Eğitimde "Program" Geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları.
- Fardanesh, H. (2002). Learning Theory Approaches and Teaching Methods. *British Journal of Educational Technology* 33 (1), 95–98
- Fidan, N. ve Erden, M. (1987). *Eğitim Bilimine Giriş*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Fidan, N. (1996). Okulda Öğrenme ve Öğretme. Ankara: Alkım Yayınevi.
- Gençdoğan, B. (2015). *Eğitim Psikolojisi Bilgi İşleme Kuramı*, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi http://pedagojiformasyon.com/wp-content/uploads/2015/03/unite-11_bilgi_isleme_kurami.pdf. Erişim tarihi. 08.011.2015.
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., Issanchou, S., Sajdakowska, M., Granli, B.S., Scalvedi, L., Contel, M. ve Hersleth, M. (2010). Perception of Traditional Food Products

- in Six European Regions Using Free Word Association. *Food Quality and Preference* 21 (2), 225-233.
- Gülten Çağırın, D., Ergin, H. ve Avcı, R. (2009). Bilgiyi İşleme Kuramı ve Anlamlandırmanın Matematik Öğretimi Üzerindeki Etkisi. *Hasan Ali Yüzel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2009-2), 1-10.
- Hatisaru, V., Erbaş, A. K. (2013). Endüstri Meslek Lisesi Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramını Anlama Düzeylerinin İncelenmesi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 865-882.
- Hayran, Z.(2010). *Çok Uyaranlı Eğitim Ortamlarının Öğrencilerin Kavram Gelişimine Etkisi*. Doktora Tezi, ANKARA ÜNİVERSİTESİ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Işıklı, M., Taşdere, A. ve Göz, N. L. (2011). Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Öğretmen Adaylarının Atatürk İlkelerine Yönelik Bilişsel Yapılarının İncelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 4(1), 50-72.
- Kabael, T. U. (2010). Fonksiyon Kavramı: Tarihi Gelişimi, Öğrenilme Süreci, Öğrenci Yanılgıları Ve Öğretim Stratejileri, *TUBAV Bilim Dergisi*, 3(1), 128-136.
- Kandemir, M. (2004). Matematikte Kavram Kalıcılığı. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi* 12 (2), 397-416.
- Kandemir, M. (2007). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Temel Matematik Dersine İlişkin Tutumları ve Kavram Öğrenim Düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi* 9 (2), 13-32
- Kara, Y. ve Özgün- Koca, S.A (2004). Buluş Yoluyla Öğrenme ve Anlamli Öğrenme Yaklaşımlarının Matematik Derslerinde Uygulanması: “ İki Terimin Toplamının Karesi” Konusu Üzerine İki Ders Planı. *İlköğretim- Online* 3 (1), 2-10
- Keleş, E. ve Çepni, S. (2006). Beyin ve Öğrenme, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*. (3)2,

66-82.

- Kılıç, M. (2004). Öğrenmenin Doğası (Ed. Binnur Yeşilyaprak). *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi* içinde. (29-51). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Koç, M., Yavuzer, Y., Demir, Z., Çalışkan, M. (2001). Gelişim ve Öğrenme. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Korkmaz, Ö. ve Mahiroğlu, A. (2007). Beyin, Bellek ve Öğrenme. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*.15 (1). 93-104.
- Korkmaz, İ. (2004). Sosyal Öğrenme Kuramı. (Ed. Binnur Yeşilyaprak). *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi* içinde. (29-51). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Kostova, Z. ve Radoynovska, B. (2008). Word Association Test for Studying Conceptual Structures of Teachers and Students. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy BJSEP* 2(2), 209-231.
- Kutluca, T. Baki, A. (2013). İkinci Dereceden Fonksiyonlar Konusunda Geliştirilen Çalışma Yaprakları Hakkında Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3), 319-331.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2005). *Matematik Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu (9-12.sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2011). *Orta Öğretim Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2013). *Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2013). *Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Narlı, S. (2013). Bağlantı Kavramı Ve Bu Kavrama Temel Teşkil Eden Kavramlar. (Editörler: İsmail Özgür Zembat vd.). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*, Ankara: Pegem Akademi, 309-328.
- Nesbit, T. (1996). What counts? Mathematics education for adults. *Adult Basic*

Education 6 (2), 68-83.

- Özatlı, N.S. (2006). *Öğrencilerin Biyoloji Derslerinde Zor Olarak Algıladıkları Konuların Tespiti ve Boşaltım Sistem Konusundaki Bilişsel Yapılarının Yeni Teknikler ile Ortaya Konması*. Doktora Tezi. BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Özatlı, N. S. ve Bahar, M. (2010). Öğrencilerin Boşaltım Sistemi Konusundaki Bilişsel Yapılarının Yeni Teknikler ile Ortaya Konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 10(2), 9-26.
- Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve Öğretme*, (Geliştirilmiş 5. Baskı), Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, *The Turkish Online Journal Of Educational Technology 3(1)*, 100-111.
- Öztürk, B. ve Kısaç, İ. (2004). Bilgiyi İşleme Modeli. (Ed. Binnur Yeşilyaprak). *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi* içinde. (29-51). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Polat Unutkan, Ö. (2007). Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Matematik Becerileri Açısından İlköğretime Hazır Bulunuşluğunun İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 32*, 243-254.
- Polat Z. S., Şahiner, Y. (2007). Bağıntı Ve Fonksiyonlar Konusunda Yapılan Hataların Belirlenmesi Ve Giderilmesi üzerine Boylamsal Bir Çalışma, *Eğitim ve Bilim*, 32(146), 89-95.
- Sarıkaya, M. Y. (2005). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fonksiyon Kavramı Kapsamında Matematiksel Yeterlikleri Ve Bu kapsamdaki Matematiksel Bilgilerini Fen Problemlerinin Çözümünde Kullanabilirliklerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ, Ankara.

- Sierpinska, A. (1992). On Understanding The Notion Of Function, In Harel. G. And Dubinsky, E. (Eds.), MAA Notes And Reports Series: 25-58.
- Senemoğlu, N. (1998). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim*. Ankara: Özsen Matbaası.
- Senemoğlu, N., Gömlüksiz, M. ve Üstündağ, T. (2001). *Öğrenmenin Oluşumu, Öğretme, Model, Strateji ve Teknikleri*, Ankara: MEB Koordinasyon Merkezi Başkanlığı.
- Soylu, Y. ve Aydın. S. (2006). Matematik Derslerinde Kavramsal ve İşlemsel Öğrenmenin Dengelenmesinin Önemi Üzerine Bir Çalışma. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi* 8 (2). 83-95.
- Süzer, V. (2011). *Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramı İle İlgili Kavram Tanımı Ve İmajları Üzerine Bir durum Çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şandır, Y. T. (2006). *Fonksiyon Kavramı Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri Üzerine Bir Fenomenografik Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ, Ankara.
- Şişman, M. (2006). *Eğitim Bilimine Giriş*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Tall,D. ve Vinne, S. (1981). Concept İmage and Concept Definition in Mathematics With Particular Reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151-169
- Taşdere, A. (2010). *6., 7. ve 8. Sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitaplarına Yansıyan Ölçme Değerlendirme Anlayışının Yeni Fen ve Teknoloji Öğretim Programı Işığında Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ, Bolu.
- TDK, (1988). *Türkçe Sözlük*, Yeni Baskı, Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Turan, S. B. (2016). *Matematik Öğretmen Adaylarının Limit, Süreklilik ve Türev İle İlgili Kavramsal Yapıları*, Yüksek Lisans Tezi, NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Uçak, N.Ö. ve Güzeldere, Ş.O. (2006), Bilişsel Yapının ve İşlemlerin Bilgi Arama Davranışı Üzerine Etkisi, *Türk Kütüphaneciliği* 20(1) , 7-28
- Ulaş, İ. (2004). *Lise 1. Sınıfta Okutulan Fonksiyonun Farklı Gösterimleri VE Fonksiyon Öğretiminde Öğrenci Yanılgıları Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, SELÇUK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Umay, A. (1996). Matematik Eğitimi ve Ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 12, 145-149.
- Ural, A. (2006). Fonksiyon Öğreniminde Kavramsal Zorluklar, *Ege Eğitim Dergisi*, 7(2): 75-94.
- Ural, A. (2012). Fonksiyon Kavramı: Tanımsal Bilginin Kavramın Çoklu Temsillerine Edilebilmesi ve Bazı Kavram Yanılgıları, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 93-105.
- Ural, A. (2014). 9. Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramında Notasyonel Hataları ve Bazı Kavram Yanılgıları, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1, 53-63.
- Ülgen, G. (2001). *Kavram Geliştirme Kuramlar ve Uygulamalar*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Williams, Carol G., (1998). Using Concept Maps to Assess Conceptual Knowledge of Function, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 29, No. 4, 414-421.
- Yavuz, İ. Kepceoğlu, İ. (2011). Bağlantı Konusunda Bağlam Temelli İle Geleneksel Öğretimin Öğrencilerin Başarıları Üzerinde Etkilerinin İncelenmesi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 3, Sayı 8, 143-166.
- Yıldırım, C. (1983). *Öğretimde Ölçme ve Değerlendirme*, Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Yılmaz, S. (2005). Bilgi İşleme Modeline Dayalı Bir Dersin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Manyetizma Konusundaki Başarılarına Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 28, 236-243

Yılmaz, H. ve Sümbül, A. M. (2004). *Öğretimde planlama ve değerlendirme*. Konya:
Çizgi Kitapevi.

EK-1**Cinsiyeti:****Yaşı:****Adı:****Soyadı:**

“FONKSİYON” kavramı size hangi kavramları çağrıştırıyor? **“FONKSİYON”** kavramının çağrıştırdığı **10 kavram** yazınız (**Süre 30 saniyedir.**).

FONKSİYON:.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....**FONKSİYON:**.....

Cinsiyeti:

Yaşı:

Adı:

Soyadı:

“BAĞINTI” kavramı size hangi kavramları çağrıştırıyor? “BAĞINTI” kavramının çağrıştırdığı 10 kavram yazınız (Süre 30 saniyedir.).

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

BAĞINTI:.....

Cinsiyeti:

Yaşı:

Adı:

Soyadı:

“İŞLEM” kavramı size hangi kavramları çağrıştırıyor? “İŞLEM” kavramının çağrıştırdığı 10 kavram yazınız (Süre 30 saniyedir.).

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....

İŞLEM:.....