

**T.C.**

**Necmettin Erbakan Üniversitesi**

**Eğitim Bilimleri Enstitüsü**

**Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı**

**Matematik Eğitimi Bilim Dalı**

**MATEMATİK ÖĞRET MEN ADAYLARININ**

**TRİGONOMETRİ KAVRAMINA İLİŞKİN BİLİŞSEL YAPILARININ**

**İNCELENMESİ**

**Seher KESER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**

**Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN**

**Konya - 2017**





KONYA

T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin

Adı Soyadı *SEHER KESER*

Numarası *128307041009*

Ana Bilim / Bilim Dalı *Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi  
Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı*

Programı *Tezli Yüksek Lisans*

Tezin Adı *Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometri  
Kavramına İstin Bilisel Yapılarının İncelenmesi*

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 imzası  
(İmza)

*Seher KESER*



## YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin

Adı Soyadı *SEHER KESER*

Numarası *128307041009*

Ana Bilim / Bilim Dalı *Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi  
Ara Bilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı*

Programı *Tezli Yüksek Lisans*

Tez Danışmanı *Doc. Dr. Ahmet ERDOĞAN*

Tezin Adı *Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometri  
Kavramına İlişkin Bilisel Yapılarının İncelenmesi*

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan *Matematik Öğretmen Adaylarının  
Trigonometri Kavramına İlişkin  
Bilisel Yapılarının İncelenmesi*  
başlıklı bu çalışma *23.11.2017* 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

*Doc. Dr. Ahmet Erdoğan*

*Danışman*

*Ahmet*

*Prof. Dr. Binyamin AYDIN*

*Üye*

*Binyamin*

*Yrd. Doç. Dr. Derja ÖZLER*

*Üye*

*Derja*



T.C.



## NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

### Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seher KESER
	Numarası	128307041009
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin Adı	MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ TRİGONOMETRİ KAVRAMINA İLİŞKİN BİLİŞSEL YAPILARININ İNCELENMESİ

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı matematik öğretmen adaylarının trigonometri konusundaki bilişsel yapılarını ortaya çıkarmaktır. Çalışma tarama modelinde yürütülmüştür ve bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmaya Necmettin Erbakan üniversitesinde eğitim gören 107 matematik öğretmen adayı katılmıştır. Veriler toplanırken Bağımsız Kelime ilişkilendirme Testi ve Çizme-Yazma Tekniği kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilerek frekans değerlerine göre kategorilere ayrılmıştır ve bu değerler tablolar aracılığı ile sunulmuştur. Araştırma sonucunda 20 kategori ve toplamda 119 kelime elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Anlamli Öğrenme, Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi, Bilişsel Yapı, Kavram Yanılgısı, Trigonometri.*

Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi

A1-Blok 42090 Meram Yeni Yol /Meram /KONYA

Telefon: (0 332) 324 7660

Faks : 0 332 324 5510

Elektronik Ağ: [www.konya.edu.tr](http://www.konya.edu.tr)

E-Posta: [ebil@konya.edu.tr](mailto:ebil@konya.edu.tr)



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ



Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seher KESER
	Numarası	128307041009
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Ahmet ERDOĞAN
	Tezin İngilizce Adı	INVESTIGATION OF THE COGNITIVE STRUCTURES OF MATHEMATICS TEACHERS ON THE CONCEPT OF TRIGONOMETRY

### SUMMARY

The aim of this study is to investigate the cognitive structure of mathematics teachers on trigonometry. This study is conducted in the screening model and qualitative research method was used in this study. A total of 107 teachers who studying at Necmettin Erbakan University participated in this research. Datas are collected by the Word Association Test and Boot-Writing Techniques in this study. The obtained data are analyzed with content analysis and divided into categories according to their frequency and these values are presented through the tables. As a result of this research, 20 categories and 119 words are obtained.

**Keywords:** *Meaningful Learning, Free Word Association Test, Cognitive Structure, Misconception, Trigonometry.*

Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi  
A1-Blok 42090 Meram Yeni Yol /Meram /KONYA

Telefon: (0 332) 324 7660

Faks : 0 332 324 5510

Elektronik Ağ: [www.konya.edu.tr](http://www.konya.edu.tr)

E-Posta: ebil@konya.edu.tr

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET .....	ii
SUMMARY.....	iii
TABLolar .....	iv
ŞEKİLLER .....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	vii
1. BÖLÜM.....	1
GİRİŞ.....	1
2.BÖLÜM.....	5
KURAMSAL ÇERÇEVE .....	5
2.1.1. Matematik Öğrenme .....	8
2.1.2. Geometri Öğrenme .....	10
2.2. Anlamli Öğrenme .....	10
2.3. Bloom Taksonomisi .....	11
2.4. Öğrenme Yaklaşımları .....	12
2.4.1. Yapılandırıcı Öğrenme Yaklaşımı .....	13
2.4.2. Bilgi İşlem Yaklaşımı .....	16
2.5. Bellek Türleri .....	16
2.5.1. Duyusal Bellek (Anlık Bellek) .....	17
2.5.2. Kısa Süreli Bellek (Short Term Memory, Çalışan Bellek).....	17
2.5.3.Uzun Süreli Bellek (Long Term Memory) .....	18
2.6. Matematikte Kavram Öğretimi .....	18
2.6.1. Kavram Haritaları .....	18
2.6.2. Kavramsal Değişim Metinleri .....	19
2.6.3. Kavram Karikatürleri.....	20
2.6.4. Kavram İmajı.....	20
2.6.5. Kavram Ağları .....	20
2.6.6. Kelime İlişkilendirme Testi .....	21
2.7. Kelime İlişkilendirme Testi İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	22
2.8. Çizme-Yazma Tekniği .....	26

2.9. Trigonometri Kavramı.....	26
2.10. Trigonometri Kavramı ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	27
<b>3.BÖLÜM.....</b>	<b>33</b>
<b>YÖNTEM.....</b>	<b>33</b>
3.1. Araştırma Modeli .....	33
3.2. Çalışma Grubu.....	34
3.3. Veri Toplama Aracı ve Süreci.....	34
3.3.1. Geçerlilik .....	35
3.3.2. Güvenirlik.....	35
3.4. Verilerin Analizi.....	35
<b>4. BÖLÜM.....</b>	<b>37</b>
<b>BULGULAR ve YORUMLAR .....</b>	<b>37</b>
4.1. Trigonometri Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tablosu ve Kategoriler.....	37
4.1.1. Kesme Noktası 140 ve Üzeri Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	38
4.1.2. Kesme Noktası 139-120 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	41
4.1.3. Kesme Noktası 119-100 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	47
4.1.4. Kesme Noktası 99-80 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	49
4.1.5. Kesme Noktası 79-60 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	49
4.1.6. Kesme Noktası 59-40 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	52
4.1.7. Kesme Noktası 39-20 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	54
4.1.8. Kesme Noktası 19-0 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları.....	61
4.2. Trigonometri Anahtar Kavramına İlişkin Kurulan Cümlelerin Analizi.....	66
4.2.1. 140 ve Üzeri Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	67
4.2.2. 139-120 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	68
4.2.3. 119-100 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	69
4.2.4. 99-80 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	70

4.2.5. 79-60 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	70
4.2.6. 59-40 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	71
4.2.7. 39-20 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	72
4.2.8. 19-0 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi .....	73
4.3.Trigonometri Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Şekil ve Resimlerin İncelenmesi	74
<b>5.BÖLÜM</b> .....	80
<b>TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	80
5.1. Tartışma ve Sonuç .....	80
5.2. Öneriler.....	82
<b>EK-1. KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ</b> .....	83
<b>KAYNAKLAR</b> .....	84

## ÖNSÖZ

Bu araştırmada, matematik bilimi içerisinde önemli bir yere sahip olan trigonometri konusu ile ilgili matematik ğretmen adaylarının bilişsel yapısı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu araştırmamın ilgili olanlar adına faydalı olacağını umut ediyorum.

Çalışmalarım boyunca bana yol gösteren, yardımlarını benden esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden yararlandığım değerli hocam sayın Doç. Dr. Ahmet Erdoğan' a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca yaşadığım streste, içinde bulunduğum yoğun tempoda hep yanımda olan, her alanda desteklerini benden esirgemeyen, yeri geldiğinde benimle birlikte bilgisayar başında gecesini geçiren, umutsuzluğa kapıldığım anlarda beni motive eden çok kıymetli anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

## TABLÖLAR

Tablo-1: Kesme Noktası 140 ve Üzeri Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	38
Tablo-2: Kesme Noktası 139-120 Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	41
Tablo-3: Kesme Noktası 119-100 Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	47
Tablo-4: Kesme Noktası 79-60 Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	49
Tablo-5: Kesme Noktası 59-40 Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	52
Tablo-6: Kesme Noktası 39-20 Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	54
Tablo-7: Kesme Noktası 19-0 Olan Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler.....	61

## ŞEKİLLER

Şekil- 1: Öğrenmenin Yapısı.....	6
Şekil- 2: Öğrenme Süreci.....	7
Şekil- 3: Öğrenme Alanları.....	8
Şekil- 4: Matematiksel Öğrenme.....	8
Şekil- 5: Temel Öğrenme Yaklaşımları.....	12
Şekil- 6: Yapılandırmacı Yaklaşım.....	15
Şekil- 7: Nitel Araştırma Desenleri.....	33
Şekil- 8: Kesme Noktası 140 ve Üzerine Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	39
Şekil- 9: Kesme Noktası 139-120 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	42
Şekil- 10: Dönüşüm.....	47
Şekil- 11: Kesme Noktası 119-100 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	48
Şekil- 12: Kesme Noktası 79-60 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	50
Şekil- 13: Kesme Noktası 59-40 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	53
Şekil- 14: Kesme Noktası 39-20 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	56
Şekil- 15: Teğetin Eğim.....	57
Şekil- 16: Trigonometri ve Limit.....	58
Şekil- 17: Trigonometri 2010 Yılı LYS Çıkmış Sorusu.....	60
Şekil- 18: Kesme Noktası 19-0 Aralığına Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı.....	62
Şekil- 19: Dönme Dönüşümü.....	65
Şekil- 20: 105 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	67
Şekil- 21: 40 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	67
Şekil- 22: 22 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	68
Şekil- 23: 96 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	68
Şekil- 24: 7 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	69

Şekil- 25: 52 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	69
Şekil- 26: 48 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Cümle.....	70
Şekil- 27: 50 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle.....	70
Şekil- 28: 24 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle.....	71
Şekil- 29: 8 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle.....	71
Şekil- 30: 32 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle.....	72
Şekil- 31: 77 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle.....	72
Şekil- 32: 42 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle.....	73
Şekil- 33: 44 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	74
Şekil- 34: 14 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	75
Şekil- 35: 46 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	75
Şekil- 36: 35 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	76
Şekil- 37: 43 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	77
Şekil- 38: 19 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	77
Şekil- 39: 89 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	78
Şekil- 40: 78 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	78
Şekil- 41: 63 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim.....	79

## SİMGELER VE KISALTMALAR

KİT:	Kelime İlişkilendirme Testi
R:	Reel Sayılar
Z:	Tam Sayılar
ÖSS:	Öğrenci Seçme Sınavı
LYS:	Lisans Yerleştirme Sınavı
$\text{Im}(Z)$ :	Sanal (İmajiner) Kısım
$\text{Re}(Z)$ :	Reel Kısım
NCTM:	National Council of Teachers of Mathematics

## 1.BÖLÜM

### GİRİŞ

Galileo “... evren her an gözlemlerimize açıktır; ama onun dilini ve bu dilin yazıldığı harfleri öğrenmeden ve kavramadan anlaşılır. Evren, matematik diliyle yazılmıştır; harfleri üçgenler, daireler ve diğer geometrik biçimlerdir. Bunlar olmadan tek sözcüğü bile anlaşılır; bunlarsız ancak karanlık bir labirente dolanılır” demiştir. (Aktaran: Theoni Pappas, 2007: Yaşayan Matematik, s9). Binlerce yıl önce henüz din ve bilim birbirinden ayrı düşünülmezken evreni daha iyi anlayabilmenin anahtarı sayıların elinde idi. Işık hızında, gezegenler arası uzaklıkta, deniz kabuklarının eğrilik derecelerinde, bilgisayarın, otomobilin, müziğin modern dünyasında yerini bulan matematik, bilim adamları için hep merak ve araştırma konusu olmuştur (Bentley, 2011).

İnsanlar eski zamanlardan beri matematik üzerine bilimsel çalışmalarda bulunmuşlar, bu bilimsel çalışmalarını ifade ederken zorlanmışlar ve çeşitli ifade ve sembollere ihtiyaç duymuşlardır. Böylelikle evrensel bir matematik dilini oluşturmuşlardır. Bu dil sayesinde bütün teoremler ve formüller tüm ülkelerde aynı şekilde ifade edilmektedir. Günümüze kadar her çağın merak ettiği ve çözmeye çalıştığı bilimsel problemler olmuştur ve bu merak edilen, araştırılan bilimsel problemlerin yerini gelecekte de yenileri alacaktır. Böylelikle matematik dil de değişimlere uğrayarak gelişecektir (Nasibov ve Kaçar, 2005). Her dil gibi matematik dil de evrensel sembollere sahiptir. Bu semboller kavramlarla ilişkilendirildiğinde anlam kazanır ve böylelikle matematik daha anlaşılır ve zevkli bir hale gelir (Baki, 2006).

Matematik öğretimi genel olarak zor kabul edilir. Matematik, genel olarak öğrenci başarısının düşük olduğu, öğrenmede ve öğretmede zorluk yaşanan derslerden biridir (Umay, 1996). Bunların en önemli sebepleri matematiğin soyut kavramlardan oluşması ve bu kavramlar arası ilişkinin yeterince kurulamaması, günlük hayatla ilişkilendirilmemesi, öğrencilerin çoğunlukla matematiği işlemsel olarak algılaması, anlamadan ziyade ezbere yoğunlaşılması ve bunun sonucu olarak matematiğe karşı olan önyargıların artmasıdır.

“Yaşamın bir soyutlanmış biçimi” olarak ifade edilmekle birlikte matematiğin net ve açık bir tanımı yoktur (Umay, 1996). Matematik hakkında yapılan tanımlar ve ifadeler incelendiğinde bütün bunlarda matematiğin bir sistem, yapı ve bağıntılardan oluştuğu

görülmektedir. İnsanların zihninde oluşan bir sistem olması matematiği soyut hale getirmektedir. Matematiğin soyut öğelerden oluşması onu daha da zorlaştırmış, matematiğe olan önyargı ve korkuyu daha da arttırmıştır (Canbolat, 2011). Bu durum beraberinde kavramsal öğrenmenin önemini daha da gündeme getirmiş, var olan kavramların ve bu kavramlar arası ilişkinin incelenmesi, kavramın doğru öğrenilip öğrenilmediği, eğer bir kavram yanlış öğrenilmişse bunun ne gibi öğrenme zorluklarını ortaya çıkaracağı gibi araştırmaların çoğalmasını daha da hızlandırmıştır. Böylelikle kavramı yapılandırma süreci matematiğin merkezi haline gelmiştir.

Matematik öğretiminde matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi ve matematik alan bilgisi önemli bir yere sahiptir (Konyalıoğlu, Özkaya ve Gedik, 2012). Konu alan bilgisinin iyi olması için önemli kriterlerden biri de konu ile ilgili kavramlar ve bu kavramlar arası ilişkinin yeteri kadar iyi anlaşılması ve böylece bilişsel yapının sağlam bir şekilde oluşturulmasıdır.

Toplumun her kesimi gibi matematiği bir meslek olarak düşünen üniversite öğrencileri de matematiğin soyut kavramlardan oluştuğunu ve soyut kavramların zor anlaşıldığını düşünmektedir (Moralı, Köroğlu ve Çelik, 2004).

Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının “Trigonometri” kavramına ilişkin bilişsel yapıları Kelime İlişkilendirme Testi aracılığı ile araştırılmış, elde edilen veriler incelenmiştir.

## **1.1. Problem Durumu**

Fizik, kimya, biyoloji bilimlerinin yanı sıra mühendislik, gök bilimi, optik, meteoroloji, eczacılık, radar, elektronik, istatistik, ekonomi, ses bilimi gibi hemen hemen her konuda karşımıza çıkan “Trigonometri” konusu Milli Eğitim Müfredatında geniş yer tutmasına rağmen öğretmenlerin zor anlattığı, öğrencilerin ön yargıyla yaklaşım genelde başarısız olduğu konular arasındadır (Yılmaz Kaleli, Ertem ve Güven, 2010).

Matematik öğretmen adaylarının “Trigonometri” kavramına ilişkin bilişsel yapıları nasıldır? sorusu bu çalışmanın problemini oluşturmaktadır.

## **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının “Trigonometri” ile ilgili kavramsal ilişkilerini belirlemek ve onların bilişsel yapısını ortaya çıkarmaktır. Bu çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına cevaplar aranmıştır:

- Matematik öğretmenlerinin “Trigonometri” kavramına ilişkin bilişsel yapıları nedir?
- Matematik öğretmen adaylarının sahip oldukları “Trigonometri” tanımları nelerdir?
- Matematik öğretmen adaylarının çizme-yazma tekniğine göre Trigonometri kavramına ilişkin görüşleri nelerdir?

## **1.3. Araştırmanın Konusu ve Önemi**

Ülkemizde ve dünyanın diğer ülkelerinde öğrencilerin hem ders öncesinde hem de ders sonrasında kavram eksiklikleri ve yanlış kavram anlayışlarının olduğu görülmüştür (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007). Günümüz eğitim sisteminde geleneksel eğitim yaklaşımları yetersiz kalmış ve gelişen teknolojiye ayak uyduramamıştır (Çandar ve Şahin, 2013). Bu nedenle Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı okullarda ilgiyle karşılanmış ve ilkeleri yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Zembat, 2013). Birey aktarılan bilgilerin pasif alıcısı değil, bilgiyi yorumlayarak elde eden konumuna gelmiştir. Bu kuramda bilginin üretimi bireyler tarafından gerçekleşir ve anlamlı öğrenme ön plandadır. Yeni öğrenilenler ile eski öğrenilenler arasındaki ilişki önemlidir (Candar ve Şahin, 2013). Etkili bir anlamlı öğrenme için kavramlar arası ilişkinin iyi anlaşılması ön koşul niteliğindedir.

Bu araştırma öğretmen adaylarının “Trigonometri” ile ilgili bilişsel yapılarını ortaya çıkarması açısından önem taşımaktadır.

## **1.4. Araştırmanın Sayıtları**

Öğretmen adaylarının araştırma esnasında sorulara samimiyetle cevap verdikleri ve cevaplama esnasında hiçbir etkileşimde bulunmadıkları varsayılmıştır.

## 1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

1. Araştırma 2016-2017 öğretim yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği 4. ve 5. sınıfında öğrenim gören 107 öğretmen adayı ile sınırlıdır.
2. Araştırma “Trigonometri” kavramı ve “Trigonometri” kavramı ile ilişkili kavramlar ile sınırlı olacaktır.
3. Araştırma öğretmen adaylarının veri toplama aracına verdiği cevaplar ile sınırlı olacaktır.

## 1.6. Tanımlar

**Anlamalı Öğrenme:** “Bireyin sahip olduğu kavramlar ve önermeler ile yeni bilgileri ilişkilendirerek bilgiyi oluşturmasıdır” (Sezen ve Çimer, 2009, s1).

**Bilişsel Yapı:** “Bir kişinin uzun süreli belleğindeki kavramların ilişkilerini simgeleyen ve varsayıma dayanan yapıdır” (Kurt, 2013, s2).

**Kavram Yanılgısı:** “Temel algı farklılıklarıdır” (Zembat, 2013, s2).

**Kelime İlişkilendirme Testi:** “Kelime ilişkilendirme testleri (KİT), öğrencinin bilişsel yapısını ve bu yapıdaki kavramlar arası bağları, yani bilgi ağını çözümlmek, uzun dönemli hafızasında bulunan kavramlar arasındaki ilişkilerin yeterli olup olmadığını tespit amacıyla kullanılan en eski ve en yaygın tekniklerden birisidir ve çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmıştır” (Özatlı ve Bahar, s10).

**Yapılandırmacı Kuram:** “Bilginin aktif olarak birey tarafından üretildiğini savunan kuramdır” (Baki, 2006, s174).

## 2.BÖLÜM

### KURAMSAL ÇERÇEVE

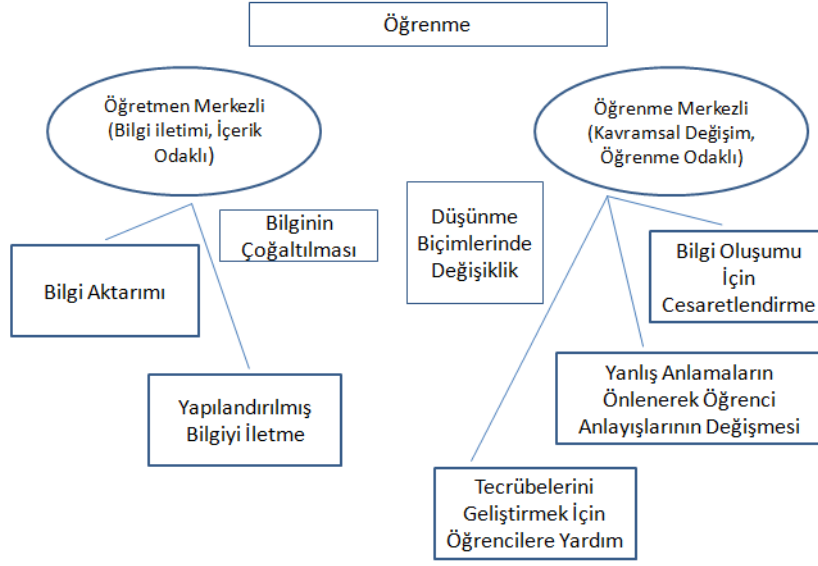
#### 2.1. Öğrenme

Öğrenmenin sözlük anlamı Cambridge Üniversitesi Online Sözlüğünde “Bilginin elde edilmesindeki aktiviteler” ve “Çalışarak bilginin elde edilmesi” olarak tanımlamıştır. Öğrenme öğrencilerin kavramları ve olayları daha iyi anlayabilmek için dahil oldukları aktivitelerle ilişkilidir. Çoğu öğrenci okullarda öğretmeni aracılığıyla öğrenmelerini gerçekleştirirken bazı öğrenciler okul dışı ortamlarda bireysel ya da grupla birçok şeyi öğrenebilmektedir.

Öğrenme, bireyin çevresiyle bilinçli ya da bilinçsiz etkileşimi sonucu oluşur. Bunun sonucunda bireyde bilişsel, duyuşsal, devinişsel değişimler meydana gelir. Öğrenmenin tanımı öğrenme kuramlarına göre farklılık gösterir çünkü her bir öğrenme kuramı öğrenmenin farklı bir boyutuna odaklanmıştır. Davranışçı kuram öğrenmeyi uyarıcı-davranış ilişkisi olarak açıklar ve davranışın devam etmesinde pekiştirecin önemli olduğunu savunur. Bilişsel kuram öğrenmenin tamamen zihinde meydana geldiğini, anlama, ilişkilendirme, düşünme gibi süreçlerin önemli olduğunu belirtir. Duyuşsal kuram öğrenmenin duyuşsal sonuçları ile ilgilenir, ahlak üzerine yoğunlaşır. Nörofizyolojik yani Beyin Temelli Kuram ise öğrenmeyi biyokimyasal değişim olarak ifade eder (Keleş, Çepni, 2006).

Öğrenmeyi, öğretmen merkezli ve öğrenme merkezli olmak üzere iki kategoride ele alan birçok çalışma mevcuttur. Nevgi’ nin (2015) araştırmalarına göre öğretmen merkezli ve öğrenme merkezli öğrenmenin özellikleri farklıdır ve bu özellikler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

## Şekil-1: Öğrenmenin Yapısı



Kaynak: Kember, (1997); Samuelowicz, K. ve Bain, J.D. (2001), s.23.

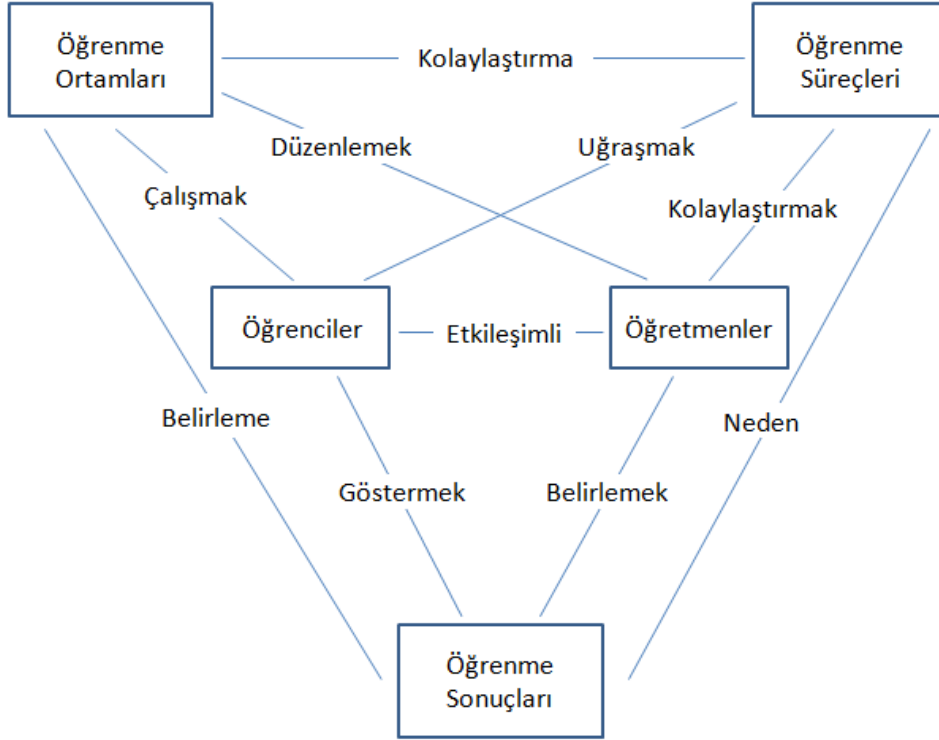
Günümüz eğitim sisteminin kabul gördüğü Yapılandırmacı Eğitim Kuramına göre öğrenme insan zihninde gerçekleşen aktif bir iç süreçtir. Yapılandırmacı Eğitim Kuramı bilginin pasif olarak değil aktif olarak öğrenci tarafından elde edildiğini savunur ve bu kurama göre öğrenme dünyayı anlamlandırma sürecidir (Akpınar, 2010).

Yine öğrenmeyi öğrenme odaklı ve içerik odaklı olarak inceleyebiliriz. Öğrenme odaklıda kavramların birbiriyle bağlantılı bir şekilde öğrenilmesi ve daha çok anlama odaklı olması, öğrencinin aktif bir şekilde sürece katılması mevcuttur. İçerik odaklıda ise kavramlar birbiriyle bağlantılı değildir, anlamaktan çok bilgiyi hatırlama üzerine yoğunlaşır. Öğretmen uzman konumundadır ve öğrenci pasiftir (Nevgi, 2015).

Öğrenmenin birbiriyle bağlantılı 3 içeriği vardır.

- Öğrenme Ortamları: Öğrenmeyi kolaylaştıran çevreyle ilgilidir.
- Öğrenme Süreçleri: Öğrenmenin aktivite kısmıyla ilgilidir.
- Öğrenme Sonuçları: Öğrenmenin görünen ve kişide bilgi, davranış vs. kazanımlarıyla ilgilidir. Bu süreçler birbiriyle bağlantılıdır (Phillips, Mcnaught ve Kennedy, 2010).

Şekil-2: Öğrenme Süreci

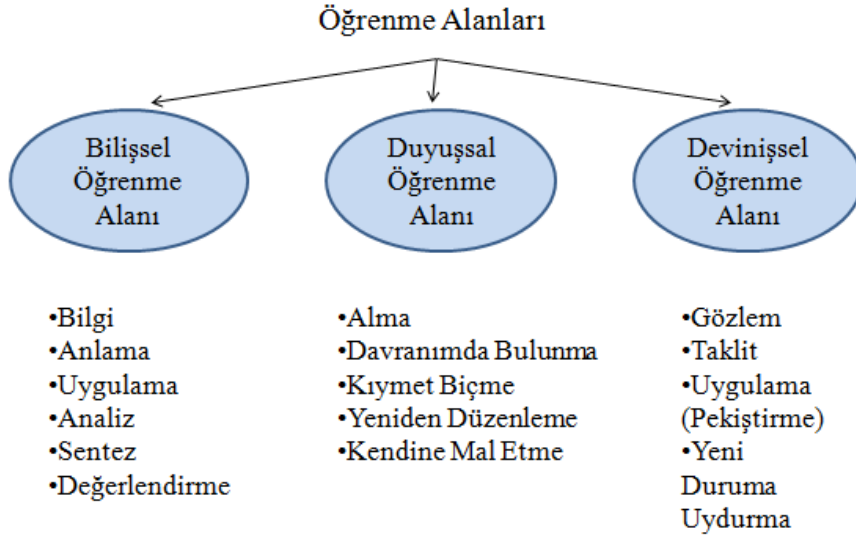


Kaynak: Phillips, R., Mcnaught, C. ve Kennedy, G. (2010). *Towards a generalised conceptual framework learning: the Learning Environment, Learning Processes and Learning Outcomes (LEPO) framework*.

Weinstein ve Mayer (1986) öğrenme işlemini dört sürece ayırmıştır. Birinci aşamada birey seçme işlemi yapar, dikkat ettiği bilgileri alır. İkinci aşamada bu bilgi uzun süreli belleğe aktarılır. Üçüncü aşama anlamlandırma, yapılandırma aşamasıdır. Son aşama ise entegrasyon sürecidir. Bu kısım daha önce var olan bilgilerle yeni öğrenilen bilgilerin ilişkilendirildiği süreçtir (Somuncuoğlu ve Yıldırım, 1998).

Bilişsel, duyuşsal ve devinişsel olmak üzere 3 farklı öğrenme alanı vardır.

### Şekil-3: Öğrenme Alanları

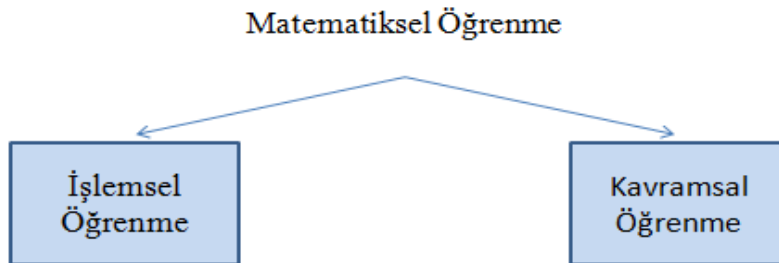


Kaynak: Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi* Kitabından uyarlanmıştır.

#### 2.1.1. Matematik Öğrenme

Matematik öğrenme bireysel tutumlar, aile tutumu, öğretmen tutumu, matematik kaygısı, matematik korkusu, ilkokuldaki eğitim süreci gibi birçok durumdan etkilenir (Peker ve Mirasyedioğlu, 2008).

#### Şekil- 4: Matematiksel Öğrenme



Kaynak: Baki, A. (2016). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi* Kitabından uyarlanmıştır.

İşlemsel ve kavramsal öğrenme olmak üzere iki türlü matematiksel öğrenme vardır. İşlemsel öğrenme daha çok işlemin kendisine odaklı olup formülü ezberleyip soruları çözmeye mantığına dayanır. Bu öğrenme şeklinde kişi ezber yaptığı sorudan farklı bir soruyla karşılaştığı zaman hiçbir şey yapamaz. Kavramsal öğrenme ise araştırmayı hedef alır, kişi problemin matematiksel yapısını anlamaya çalışır ve böylelikle kendi yaratıcılığını da süreçte dahil eder (Baki, 2006). Ayrıca anlamlı öğrenmenin (Ausubel, 1968) gerçekleşebilmesi için yeni öğrenilecek kavram, bilgi ve ilkeler daha önceki bilgilerle ilişkilendirilmelidir. Zihinde var olan kavramların zihne nasıl yerleştiği ve bu kavramların birbiriyle anlamlı bir şekilde ilişkilendirilip ilişkilendirilemediği önemlidir (Çimer ve Sezen, 2009). Matematik, öğrenmelerin sıkı sıkıya birbirine bağlı olduğu bir derstir (Çelik, Köroğlu ve Moralı, 2004). İçerisinde bu kadar çok soyut kavram barındıran matematik eğitiminde ve öğretiminde de kavram tanımı ve kavramlar arası ilişki bilişsel yapının oluşmasında oldukça önemli bir yere sahiptir.

Kavram bilgisi tek başına sadece bir kavramın anlaşılması değil, ilişkili olduğu diğer kavramlarla bağlantı kurularak bu kavramın zihne yerleşmesidir. Bu ilişkilendirme ne kadar güçlü olursa bilgi ve bilginin kalıcılığı o derece güçlenecektir. İşlem bilgisi iki kısımdan oluşur. Birinci kısım matematiğin sembolleri ve dilinden oluşur. İkinci kısım ise kurallar, bağıntılar, işlemlerden oluşur. İşlemler belli bir sıra ve mantıkla yürütülür (Aydın ve Soylu, 2006).

Matematikte başarılı olmak matematiği anlamayı gerektirir. Öğrencilere matematiği diğer bilim dallarıyla ilişki kurabilecekleri, matematiği yaşayabilecekleri ve matematikten zevk alabilecekleri özgür bir ortam oluşturulmalıdır. Amaç sadece problemi çözmek değil, bu süreçte matematiksel kavramları anlayabilmek, bu kavramlar arasında ilişki kurabilmek ve genellemelere, kurallara ulaşabilmektir (Köroğlu ve Yeşildere, 2004). İşte o zaman matematik öğrencilerde farklı, güzel bir boyut kazanacaktır.

Matematiği iyi öğrenebilmek için matematiksel düşünebilme ön koşul niteliğindedir. Matematiksel düşünme bireyin sahip olduğu matematiksel kavramları kullanarak soyutlama, tahmin yapma, genelleme, hipotez kurma ve ispatlamalarla yeni kavramlara ulaşma sürecidir. Matematiksel düşünme sadece matematikçilere özgü bir durum değildir. Çoğu kişi günlük yaşamda olayları çözmek için matematiksel düşünmeyi kullanır. Herkesin matematiksel düşünme yapıları farklıdır. Ferri (2003) bu düşünme yapılarını görsel yaklaşım (şekil, grafik, resim), analitik yaklaşım (sembolik), kavramsal yaklaşım (sınıflandırma, soyut düşünme) olarak sınıflandırmıştır (Alkan ve Bukova Güzel, 2005). Kavramsal yaklaşım günümüz eğitim

sisteminde önemli bir yere sahiptir. Bu sebeple var olan kavramların ve bu kavramlar arası ilişkinin araştırılması günümüzün en önemli araştırma konularından birisi haline gelmiştir.

### **2.1.2. Geometri Öğrenme**

Geometrinin kökeni Mısırlıların tarlalarına gereken suyun Nil nehrinden sağlmasına kadar dayanır (Billstein, Libeskind ve Lott, 2014). Geometri, 1989' lu yılların başında ortaya çıkan NCTM standartlarının ve günlük yaşamda artan kullanımının etkisi ile hemen hemen her eyalet ve bölgenin öğretim programlarında yer alan bir öğrenme alanı olmuştur. Geometrinin iyi anlaşılması cebir, akıl yürütme, ölçme, tam sayılar gibi öğrenme alanlarının da iyi anlaşılmasını sağlayacaktır (Karp ve Walle Williams, 2013; çeviri: Soner Durmuş, 2013).

Matematik eğitiminde geometri öğrenimi önemli bir yere sahiptir. Geometri matematiğin kavramsal yapıtaşlarından ve temel konu alanlarından biridir. Yapılan birçok araştırmaya göre öğrencilerin geometride zorlandıkları ve bu derste başarısız oldukları görülmüştür. Bu durumun nedenleri arasında geometrinin klasik yazı tahtasına yazılarak anlatılması, ders esnasında görsele yeterince önem verilmemesi, öğrencilerin geometrik şekilleri ve bu şekiller arası ilişkileri çok iyi kavrayamaması gösterilebilir (Vatansever, 2007).

### **2.2. Anlamlı Öğrenme**

Ausubel (1968) tarafından geliştirilen Anlamlı Öğrenme Kuramı bilginin diğer alanlara transferi ve bilginin ilişkilendirilerek kalıcı bir şekilde öğrenilmesiyle ilgilidir (Kara ve Özgün Koca, 2004).

Anlamlı öğrenme ve bunun zıttı ezbere öğrenme olmak üzere iki türlü öğrenme mevcuttur. Ezbere öğrenmede anlamaya önem verilmez ve bilgiler kavramlar arası ilişki kurmadan zihne yerleştirilir. Anlamlı öğrenmede ise birey önceki öğrendiği kavramlarla yeni öğrendiği kavramları ilişkilendirir, öğrenmeler zincir gibi birbirine bağlıdır (Kaptan, 1998).

Kullanılan materyalin anlamlı olması, öğrenilecek konunun çatısının belirli olması, zihinde birleştirmelerin bireyin kendisi tarafından oluşturulması anlamlı öğrenme ile ilgilidir. Anlamlı öğrenmede, kavramlar birbiriyle kuvvetli bir şekilde ilişkilendirilerek uzun süreli hafızaya yerleştirilir. Gerekli olduğu taktirde buradaki bilgiler geri çağrılarak yeni problemler

için bu bilgilerin kullanımı sağlanır ve bu süreçte akıl yürütme gibi zihinsel süreçler de kullanılmış olur (Şahin, 2002).

Kavramlar arasında belli bir ilişki ve hiyerarşi mevcuttur. Bu durum matematiksel kavram tanımlarına bile yansımıştır. “Bütün açı ölçüleri ve kenar uzunlukları eşit olan dörtgene kare denir” ifadesinde dörtgen ve kare kavramları ilişkilendirilmiştir (Çakıroğlu, 2013). “Her fonksiyon bir bağıntıdır. Fakat her bağıntı bir fonksiyon olmayabilir” ifadesinde de yine fonksiyon ve bağıntı kavramları birbiriyle ilişkilendirilmiştir. “Dört kenarı birbirine eşit olan paralelkenara eşkenar dörtgen” denir ifadesinde de eşkenar dörtgen tanımı paralelkenar aracılığı ile oluşturulmuştur.

Matematiğin yapısı birbiriyle ilişkili kavramlardan oluşur ve bu da matematik öğretiminde ilk öğrenilenlerin sağlam bir şekilde öğrenilip sonrakilerin de sağlam bir şekilde ilişkilendirilerek öğrenilmesini gerekli kılar. Bu da anlamlı öğrenmenin önemini beraberinde getirir (Çakıroğlu, 2013).

### **2.3. Bloom Taksonomisi**

Öğrenmenin teori, kural, kavram gibi daha çok bilişsel boyutu ile ilgilenen bilişsel öğrenme alanı Bloom tarafından yüzeysel öğrenmeden derinlemesine öğrenmeye doğru Bloom Taksonomisi şeklinde özetlenmiştir. Bloom taksonomisi hatırlama (bilgi), anlama, uygulama, analiz etme, değerlendirme, yaratma basamaklarından oluşur (Baki, 2006).

*Hatırlama (Bilgi) basamağı:* Bilgilerin uzun süreli bellekte depolanıp gerekli olduğunda geri çağırılması ile ilgili olan bilişsel süreçtir. Tanıma ve anımsama olmak üzere iki alt bilişsel sürece ayrılır.

*Anlama basamağı:* İletilerin anlaşılması ile ilgili olan bilişsel süreçtir. Yorumlama, özetleme, örneklendirme, sınıflandırma, karşılaştırma, açıklama, çıkarımda bulunma gibi zihinsel faaliyetler bu kısımdadır. Bu kısımda birey bir temsil biçiminden başka bir temsil biçimine geçer, anladığı şeyleri kendi cümleleriyle ifade eder.

*Uygulama basamağı:* Alıştırmaların yapıldığı, işlem yapılarak verilen problemlerin çözüldüğü bilişsel süreçtir. Bu basamak yapma (icra) ve yararlanma olmak üzere iki alt boyuttan oluşmaktadır.

*Analiz etme basamağı:* Kavramın kendisini oluşturan alt basamaklarına ayrıldığı bilişsel süreçtir. Bu basamakta parçaların birbiriyle ve bütünüyle olan ilişkisi incelenir.

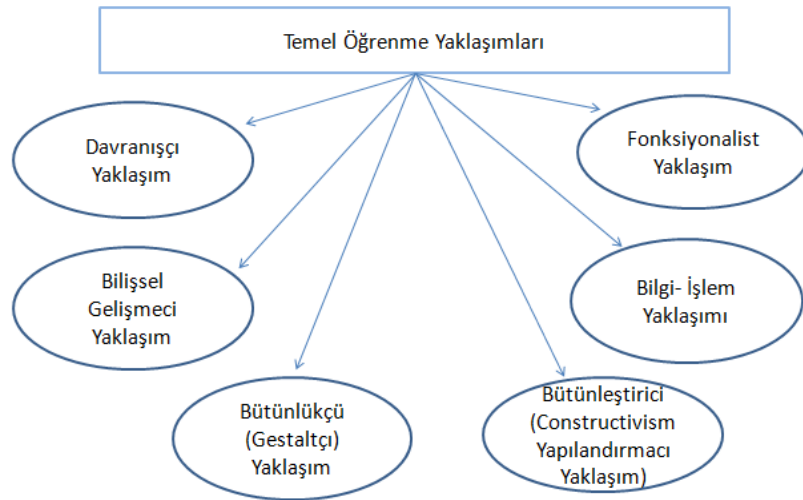
*Değerlendirme basamağı:* Belli bir ölçüte göre yargılamanın yapıldığı bilişsel süreçtir. Bu basamağa erişmiş bir kişi bilgi, kuram ve olguları başka ortamlara taşıyabilir. Öğrenci bir ürünün olumlu ve olumsuz yönlerini dikkate alıp özelliklerine dayalı bir yargıya ulaşırsa eleştiri yapmış olup bilişsel sürecin değerlendirme basamağını gerçekleştirmiş olur.

*Yaratma basamağı:* Bireyin, daha önce var olmayan örüntüler, özgün ürünler ya da yapılar ortaya çıkardığı bilişsel süreçtir. Öğrenci verilen duruma karşı fikirler üretebilir, elde edilen ilişkiyi yeniden düzenleyebilir (Baki, 2006; Kablan, Baran ve Hazer, 2013).

## 2.4. Öğrenme Yaklaşımları

Öğrenmenin nasıl meydana geldiğinin düşüncesi öğrenme kuramlarının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Bununla ilgili ilk çalışmalar 20. yy dönemlerine dayanır (Gültekin, Karadağ ve Yılmaz, 2007). Öğrenme yaklaşımları üzerine birçok görüş belirtilmiştir. Öğrenme yaklaşımları öğrenmenin meydana geliş sürecini ortaya koyma şekilleriyle birbirinden ayrılmıştır. Baki (2006); öğrenme yaklaşımlarını Davranışçı Yaklaşım, Bütünlükçü (Gestaltçı) Yaklaşım, Bilişsel Gelişmeci Yaklaşım, Bilgi-İşlem Yaklaşımı, Fonksiyonalist Yaklaşım, Bütünleştirici (Constructivism-Yapılandırmacı Yaklaşım) olarak ele almıştır.

### Şekil- 5: Temel Öğrenme Yaklaşımları



Kaynak: Baki, A. (2006). Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi Kitabından uyarlanmıştır.

Bu öğrenme yaklaşımlarından Yapılandırmacı Yaklaşım ve Bilgi-İşlem Yaklaşımı aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

#### 2.4.1. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı

Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı ilk defa 1989 yılında İngiltere’de uygulamaya konulmuş ve ardından ABD, Almanya, Tayvan, İspanya, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda gibi birçok ülkede kullanılmış daha sonra 2005-2006 yıllarında Türkiye’de kullanılmaya başlanmıştır (Akpınar, 2010).

Son zamanlarda eğitimde ezberci öğrenme yerine öğrencilerin anlayarak, yaparak, yaşayarak öğrenmesine önem verilmeye başlanmıştır. Öğrenciyi düşünmeye sevk eden Yapılandırmacı Yaklaşım Vico’nun “Biri bir şeyin parçalarını biliyorsa, o şeyi biliyordur” sözlerine kadar dayanır. Daha sonra bu yaklaşım Kant, Piaget, Kuhn ve Vygotsky gibi bilim adamları sayesinde daha da şekillenmiştir (Kanlı, 2009). Yapılandırmacı Yaklaşım da birey bilgiyi elde etme sürecinde aktiftir ve bilgi kişi tarafından etkin bir şekilde yapılandırılır. Bireye bu süreçte sorumluluklar verilir. Yapılandırmacı Yaklaşım da işbirliğine dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme gibi bireyi öğrenmeye aktif bir şekilde katacak olan öğrenme yaklaşımları kullanılır. Böylelikle bireylerin problem çözme becerileri ve yaratıcılıkları gelişmektedir.

Yapılandırmacı yaklaşım her bireyin kendi bilgisini nasıl oluşturduğuna odaklıdır. Araştırma sonuçlarına göre bireyler aynı probleme kendi düşüncelerini katarak farklı çözümler üretebilmektedir. Örneğin "Öğrencilerin Matematikle İlgili Nasıl Düşündüğü Bilgisinin Kullanımı" adlı makalede, öğretmenin öğrencilerine sorduğu soru ve öğrencilerden gelen cevaplar şu şekildedir:

Öğretmen: 6 kurbağa bir zambağın dibinde oturuyordu. Onlara 8 tane daha katıldı. Acaba orada kaç kurbağa oldu?

Rudi, Denise, Theo, Samira (Hep birlikte): 14 tane.

Öğretmen: Evet, nasıl bildiniz?

Rudy: Çünkü 6 ve 6, 12 dir. 2 fazlası 14 eder.

Denise: 8 ve 8, 16 eder. Ama bizimki 6 ve 8, onun için 2 eksiği 14 eder.

Theo: 8'in birini 6'ya verdim, o zaman 7 ve 7 etti. O da 14 oldu.

Sandra: 8 ve 2, 10 eder, 4 fazlası 14 eder (aktaran: Umay, 1996, s.147).

Burada da gördüğümüz gibi öğretmen tarafından sorulan tek bir soruya öğrenciler tarafından farklı farklı cevaplar verilmiştir. Bu yüzden öğrenen bireyler öğrenme ortamında özgür bırakılmalı, kendi çözüm yollarını bulmaları için fırsatlar sunulmalıdır.

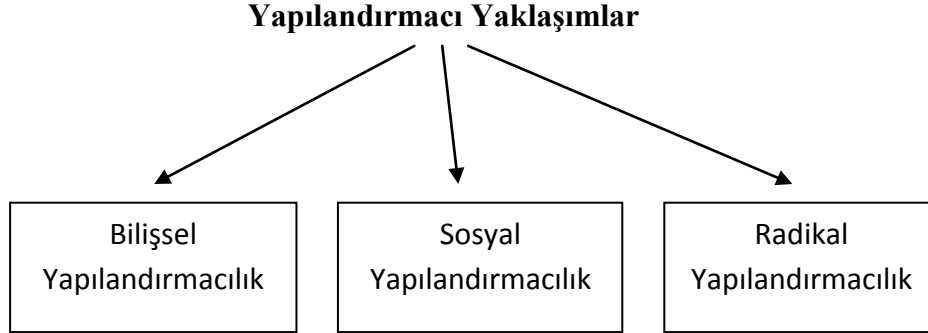
Yapılandırmacılık, bilginin oluşumu ve nasıl elde edildiği ile ilgilidir. Öğrenme nesnel değildir, öznelir. Bilgiler birey tarafından zihinde yapılandırılır. Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenme sosyal etkileşimden etkilenen bir süreçtir (Altun, 2006). Bu kuramda bireylere kendi bilgilerini oluşturabilmeleri için fırsatlar verilir. Böylelikle öğrenci öğrendiği şeylere eleştirel bir şekilde yaklaşabilir ve ortaya atılan yeni fikirleri tartışabilir (Akpınar, 2010). Yapılandırmacı Yaklaşım bireyin kendine güvenini ve yaratıcılığını artırır, var olan şeylere yeni yorumlar yapabilmesini sağlar, araştırmayı teşvik eder, sorumluluk duygusunu geliştirir, özgür bir tartışma ortamı yaratır. Bireyin analiz sentez değerlendirme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirir (Ocak, Koçyiğit ve Özermen, 2010).

Matematik eğitiminin amaçları arasında matematiksel düşünme de mevcut olup geleneksel öğrenme yaklaşımları matematiksel düşünmeyi yeterince sağlayamamakla birlikte bireyleri ezbere yöneltmektedir. Matematikte önceki bilgiler sağlam bir şekilde anlaşılmasa ve bu bilgilerle yeni öğrenilen bilgiler sağlam bir şekilde ilişkilendirilmezse büyük sorunlar ortaya çıkacaktır. Matematikte bireyin kendi düşüncelerini katarak, ilişkilendirerek ve anlamlandırarak öğrenmesi ön plandadır. Bu yüzden matematik eğitiminde Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının önemli bir rolü vardır (Bukova Güzel, 2008).

Matematik biliminin nihai hedeflerinden birisi bireylere matematiksel yatkınlık kazandırmaktır. Matematiksel yatkınlığın kazanılabilmesi için konuya ilişkin özel alan bilgisi (temel kavramlar, semboller), problem çözme stratejileri bilgisi, zihinsel davranışları düzenleme becerileri, matematik öğrenme, problem çözümeyle ilgili olarak kendine güven ve olumlu tutumun gelişmesi gerekir. Burada konuya ilişkin özel alan bilgisinden kasıt bireyin yeni kavram, sembol ve bilgileri edinirken öncekilerle ilişkili, bir bütün olarak öğrenmesidir (Altun, 2006). Bu durum yapısalcı öğrenme kuramının ilkelerindedir. Davranışçı Yaklaşımın özellikleri arasında yer alan slayt gösterileri, düz anlatım ya da formül ezberleme öğrencilerin kavramsal gelişimlerini engeller. Yapılandırmacı Yaklaşım ise öğrencinin günlük yaşamdan deneyimler elde ederek bilgiyi oluşturduğunu ve daha sınıfa gelmeden bile belli algılarının olduğunu savunur. Bu yaklaşım ise öğrencide kavram gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Zembat, 2015).

Başlıca Yapılandırmacı Yaklaşımlar bilişsel, sosyal, radikal olmak üzere 3 tanedir.

### Şekil- 6: Yapılandırmacı Yaklaşım



Kaynak: Kanlı, U. (2009). Yapılandırmacı Yaklaşımın Işığında Öğrenme Halkası'nın Kökleri ve Evrimi-Örnek Bir Etkinlik

Bilişsel Yapılandırmacı Yaklaşım bireyin eski bilgileriyle yeni bilgilerini ilişkilendirmesini esas alır. Elde edinilen bilgiler birey tarafından içsel olarak yorumlanır. Analiz sentez önemlidir. Piaget' in (1976) bilişsel öğrenme kuramındaki özümleme, düzenleme, denge üçlüsünü kullanırlar. Zihinde oluşturulan şemalar önemlidir (Adıgüzel, 2009).

Sosyal Yapılandırmacı Yaklaşım Vygotsky'nin görüşlerini temel alır. Sosyal yapılandırmacılara göre bilgi diğer insanlarla ve çevreyle etkileşim kurarak gelişir. Sosyal etkileşim ve dil önemlidir. Bireye kendinden yetişkin birinin rehberlik etmesi veya bireyin yaşıtıyla iş birliği ile öğrenmesi ön plandadır (Akyol ve Fer, 2010).

Radikal yapılandırmacılık ise bireysel ve zihinsel öğrenmelerin yoğun olduğu kuramdır. Glasersfeld' in düşüncelerini temel alır. Bireysel farklılıklar ön plandadır ve kavram bilgisi üzerine yoğunlaşmıştır (Kanlı, 2009). Her öğrencinin olayları algılaması ve yorumlaması farklıdır. Her bireyin yaşama tarzı, bireysel özellikleri farklı olduğu için bireyler kendi çıkarımlarını farklı farklı oluşturacaktır.

Yapılandırmacı Yaklaşımın temeli Piaget' in (1976) Bilişsel Gelişim Yaklaşımına dayanır. Bu kurama göre bilgi üç tip olarak gruplandırılır.

1. Fiziksel Bilgi
2. Mantıksal - Matematiksel Bilgi
3. Sosyal Bilgi

Fiziksel bilgi duyularla, daha çok dış görünüşle ilgilidir. Mantıksal-Matematiksel Bilgi akıl yürütme ile ilgilidir ve somut ve soyut kavramlar arasında bağlantı kurulur. Çocuklar oyun oynarken hem zihinsel hem de fiziksel olarak oyuna dâhil olurlar ve bu sürece aktif olarak katılırlar (Olkun ve Uçar, 2014). Bu yüzden matematik öğretiminde de oyun aktiviteleriyle çocuğun hem zihinsel hem fiziksel olarak sürece katılımı sağlanabilir hem de bu sayede çocuklar derse istekli hale getirilebilir. Oyun esnasında öğrendikleri çözüm ve yöntemlerle çocuğun hedeflenen kavrama ulaşması sağlanabilir.

#### **2.4.2. Bilgi İşlem Yaklaşımı**

Bilgi İşlem Yaklaşımı Davranışçı Yaklaşım ile Bilişsel Yaklaşımın sentezidir. Bu yaklaşım öğrenmeyi, uyarıcıların anlamlı hale getirilip bellekte depolanması ve gerektiği zaman geri çağrılarak kullanılması ve davranışa dönüştürülmesi işlemlerinden oluşan bir süreç olarak görür (Tay, 2005).

Bilgi İşlem Yaklaşımı ilk olarak Atkinson ve Shiffrin (1968) tarafından ortaya konmuştur ve bu araştırmacılar insan beynini sürekli aktif bir şekilde çalışan bilgi deposu olarak tanımlamışlardır (Yılmaz, 2005). Günümüzde teknoloji kullanımının yaygınlaşmasıyla bilgi işlem yaklaşımı daha anlaşılır hale gelmiştir. Bu yaklaşım insan beynini bilgisayara benzeterek beynin çalışmasını bu şekilde açıklamaya çalışmıştır (Baki, 2006).

Bilgi İşlem Yaklaşımı zihinsel yapılar, bilişsel süreçler olmak üzere iki ögeden oluşur. Zihinsel yapılar duyuşsal kayıt, çalışan bellek, uzun süreli bellekten oluşurken, bilişsel süreçler ise dikkat, algı, kodlama, depolama, tekrar, geri çağırma ve hatırlamadan oluşur (Yılmaz, 2005).

#### **2.5. Bellek Türleri**

Öğrenme beyinde meydana geldiği için beyin ve beyin yapısı, işleyişi araştırmacıların en çok araştırma yaptığı alanlardan birisi olmuştur (Keleş, Çepni, 2006). Bellek üç ilkeye göre çalışır: 1.İlişkilendirme 2.Hayal gücü 3.Düzen ve yapı (Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007). Belleğin subjektif ve objektif olmak üzere iki yönü vardır. Subjektif yönü bireyin kişisel yönüyle ilgilenirken, bireyin çevre ile etkileşimi objektif yönünü oluşturur. Bu yüzden bellek kavramı psikoloji, nöroloji, biyoloji, fizyoloji gibi birçok dalda araştırma alanı bulmuştur.

Bellek genel olarak bilgiyi depolama ve gerekli olduğunda geri getirme işleminin gerçekleştiği alan olarak ifadelendirilebilir (Cangöz, 2005).

Bilgiler tekrar edildiğinde unutulma olasılığı azalır. Ama bazen sürekli tekrar edilen bilgiler de unutulabilir. Bilgileri daha iyi hatırlamak için uygun bir şekilde kodlama yapılmalıdır. Kodlama bilginin kalıcı bir şekilde öğrenilmesi için uzun süreli belleğe yerleştirilme sürecini kapsar. Örgütlenme ise bilginin zihinde daha anlamlı hale gelmesi için başka bilgilerle ilişkilendirilmesi sürecini kapsar (Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007).

Duyusal bellek, kısa süreli bellek, uzun süreli bellek olmak üzere üç tane bellek türü vardır.

### **2.5.1. Duyusal Bellek (Anlık Bellek)**

Bireyin beş duyu organıyla algıladığı şeyler bu belleği oluşturur. Bireyin gördüğü, tattığı, duyduğu, hissettiği şeylerle ilgilidir. Kapasitesi çok geniş olan duyu bellek kendisine gelen kayıtları hemen kaybeder. Fakat yeterli derecede dikkat edilen bilgiler kısa süreli belleğe gönderilebilir (Keleş ve Çepni, 2006). Bilginin duyu kayda gelmesi için bireyin gelen bilgilere odaklanmasına gerek yoktur. Zaten duyu organları kendiliğinden bunu gerçekleştirecektir. Duyu organları sürekli aktif olduğu için gelen bilgilerin çoğu duyu bellekten atılır. Aksi takdirde duyu bellek dolup taşardı. Bu yüzden bu belleğin diğer ismi anlık bellektir (Yılmaz, 2005).

### **2.5.2. Kısa Süreli Bellek (Short Term Memory, Çalışan Bellek)**

Belleğin en yoğun çalışan, en aktif bölümüdür. Sınırlı kapasitesi vardır. Buraya gelen bilgi ya unutulur ya tekrar yoluyla kısa süreli bellekte tutulur ya da önceki öğrenilen bilgilerle ilişkilendirilerek uzun süreli belleğe gönderilip kalıcı hale getirilir (Keleş ve Çepni, 2006). Kısa süreli belleğin bilgiyi burada tutuş süresi ve alabildiği bilgi miktarı sınırlıdır. Bu kapasiteyi arttırmak için zihinsel tekrar ve gruplama stratejileri kullanılmalıdır (Tay, 2005). Bunun için bilgiler kendi içerisinde anlamlı olacak şekilde parçalara bölünüp gruplandırılabilir, bu gruplar tekrar birbiriyle ilişkilendirilebilir (Akkoyunlu ve Yılmaz, 2005).

### **2.5.3.Uzun Süreli Bellek (Long Term Memory)**

Kısa süreli bellekteki bilgiler sık sık tekrar edilerek uzun süreli belleğe gönderilebilir. (Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007).

Uzun süreli bellek anısal (episodic memory), anlamsal bellek (semantic memory) ve işlemsel bellek (procedural memory) olmak üzere üçe ayrılır (Yılmaz, 2005).

- Anısal Bellek (episodic memory): Hayatımızdaki en heyecanlı günümüz, en mutsuz olduğumuz gün bunun gibi kişisel anılarımızın olduğu bellek anısal bellektir (Yılmaz, 2005).
- Anlamsal Bellek (semantic memory): Bilgilerin anlamlandırıldığı, depolandığı, kavramların, genellemelerin yer aldığı bölümdür (Yılmaz, 2005).
- İşlemsel Bellek (procedural memory): Bisiklete binmek, tenis oynamak gibi belirli işlem basamaklarını yapmayı gerektiren işlemlerin yer aldığı bölümdür (Yılmaz, 2005).

## **2.6. Matematikte Kavram Öğretimi**

Matematik eğitiminin amacı matematiğin günlük hayatta kullanılmasını sağlamak, problem çözebilen ve matematikten zevk alabilen bireyler yetiştirmektir. Bu durumun oluşabilmesi için de kavramsal bir yaklaşım izlenir (Çağırğan Gülten, Ergin ve Avcı, 2009).

Matematikselsel kavramlar soyut niteliktedir. Bu kavramların öğrenciler tarafından anlaşılması güç olabilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için somut kavramlardan yola çıkılarak soyut kavramların anlatılması, matematikselsel kavramların günlük hayatla ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Kavram öğretimi için sık kullanılan bazı teknikler aşağıda verilmiştir.

### **2.6.1. Kavram Haritaları**

Günümüzün kabul gördüğü yapılandırmacı yaklaşım alternatif değerlendirme yöntemlerini benimsemektedir. Yapılandırmacı eğitim kuramı anlamlı öğrenme için eski bilgilerle yeni bilgilerin, eski öğrenilen kavramlarla yeni öğrenilen kavramların birbiriyle ilişkilendirilerek öğrenilmesi gerektiğini savunur. Eğitimin hemen hemen her kademesinde

kullanılan ve kavram ilişkisinin ortaya konmasında büyük bir önemi olan kavram haritasının kullanımı giderek yaygınlaşmıştır (Erdoğan, 2007).

Kavram haritaları bilişsel boyutta inceleme yapan iki boyutlu grafiklerdir (Kaya, 2003). Kavram haritası kavramlar arası ilişkinin görselleştirilmesini sağlar, konunun ana hatlarını belirler ve konular arası geçişi kolaylaştırır. Görselleştirmeyi sağladığı için öğrencilerde ilgi uyandırır ve öğrencilerin dikkatini çeker (Gülten, Ergin ve Avcı, 2009).

Novak (1990), kavram haritalarını Ausubel' in Anlamli Öğrenme kuramına dayanarak oluşturmuştur. Ezbere öğrenilen bilgiler yeni bir problem durumunda uygulanamamakta ancak anlamlı öğrenme gerçekleştiğinde var olan bilgiler yeni bir problem durumuna aktarılabilir. Öğrenci ancak anlamlı öğrendiği bilgileri günlük yaşamda kullanabilmektedir. Kavram haritaları anlamlı öğrenmeyi sağlayan öğrenme ve öğretme araçlarından bir tanesidir. Ayrıca kavram haritaları ilgili konunun grafiksel gösterimini yaparak görselleştirmeye de katkıda bulunur (Kılıç ve Sağlam, 2004). Kavram haritası hem öğretim hem de öğrenme aşamasında kullanılan bir yöntemdir. Matematik öğretiminde kavram öğretimi ve kavram ile işlem bilgisinin ilişkilendirilmesi önemli bir yere sahiptir (Soylu ve Aydın, 2006). Öğrenmelerin kalıcı ve anlamlı bir şekilde oluşması için yapısal karmaşıklığı ölçülebilen ve bunun önüne geçmeyi sağlayan kavram haritalarının kullanımı yaygınlaşmıştır (Şahin, 2002). Ayrıca birçok araştırma sonucunda kavram haritası kullanımının öğrenci başarısını artırdığı görülmüştür (Kılıç ve Sağlam, 2004; Erdoğan, 2007).

## **2.6.2. Kavramsal Değişim Metinleri**

Roth (1985) tarafından ortaya atılan kavramsal değişim metinleri bireylerin sahip olduğu kavram yanlışlarını, bu kavram yanlışlarının sebeplerini örneklerle de açıklayan metinlerdir. Bu metinlerde öncelikle ilgili konu ile ilgili kavram yanlışları daha sonra eksik veya yanlış görülen ifadeler örneklerle belirlenir. Bireyin konu ile ilgili eksikliğini veya yanlışını görmesi sağlanarak bireyde kavramsal değişim süreci oluşturulmaya çalışılır (Demirbaş, Tanrıverdi, Altınışık ve Şahintürk, 2011 ; Şahin, Bülbül, Durukan, 2013). Kavramsal değişim metinleri öyküsel ve açıklayıcı olmak üzere iki türlü hazırlanabilir. Öyküsel kavramsal değişim metinleri daha çok ilköğretim seviyesindeki öğrenciler için kullanılırken açıklayıcı kavramsal değişim metinleri lise ve üniversite düzeyindeki öğrenciler için kullanılmaktadır (Kaya, 2010).

### **2.6.3. Kavram Karikatürleri**

Kavram karikatürleri ilk olarak Naylor ve McMurdo(1990) tarafından tasarlanmıştır. Kavram karikatürlerinin temelinde bilginin birey tarafından biçimlendirilip oluşturulduğunu savunan Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı yatmaktadır. Kavram karikatürlerine bağlı öğrenmelerde karikatürün tanıtılması, karikatürde yer alan fikirlerin doğruluğunun tartışılması ve bu bulguların ışığında karikatürdeki fikirlerin yeniden yorumlanması olmak üzere üç aşama vardır (Cengizhan, 2011).

Kavram karikatürleri içerisindeki her bir karikatür karakterinin günlük yaşamdaki bir olaya farklı bakış açılarıyla yaklaştığı ve böylece öğrenen bireyleri hem eğlendiren hem de onların var olan bilgilerinin sorgulanmasını sağlayan çizimlerdir. Kavram karikatürleri sayesinde birey, sahip olduğu düşünceleri sosyal ortamlarda tartışma fırsatı bulabilir. Böylelikle öğrenme sosyal bir boyut da kazanmış olur. Mevcut bilgileri ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarması, öğrenenlerin kendi fikirlerini sorgulamasını sağlaması, alternatif bakış açıları sunması, motivasyonu artırması gibi birçok pozitif yönü olan kavram karikatürleri ilköğretim ve eğitimin diğer kademelerinde kullanılmaktadır (İnel, Balım ve Evrekli, 2009).

### **2.6.4. Kavram İmajı**

Kavram imajı olguların zihindeki özellikleri, işlemleri, resmi gibi bilişsel yapıların tümü ile ilgilidir (Kabael, Barak ve Özdaş, 2015). Tall ve Vinner (1981)' a göre bir kavramı düşündüğümüzde o kavramla ilgili bir imaj (kavram imajı) ortaya çıkmaktadır. Bu kavram imajı bireyin yaşantısı ile oluşmaktadır. Birey herhangi bir kavramı çok iyi tanımlasa bile o kavramla ilgili yeterli ve doğru bir imaj kazanılmamış olabilir (Sağlam, Kanadlı ve Uşak, 2012).

### **2.6.5. Kavram Ağları**

Kavram ağları bireylerin düşüncelerini sergileyen görsel haritalardır. Semantik ağlar da denilen bu ağlar önceki bilgileri harekete geçirir, yeni kavramların gelişmesini sağlar, kavramların birbirleriyle olan ilişkisini geliştirir. Kavram ağları uygulanırken genelde esas

konu veya temel kavram tahtaya yazılır. Bireylerden bu kavramla ilgili sözcükler bulunması ve bu kelimeleri ilişkilerine göre gruplandırmaları ve daha sonra her bir gruba isim vermeleri istenir. Hiçbir gruba dahil edilemeyen kelimeler oluşturulan tablonun en altına sıralı bir şekilde verilebilir. Kavram ağları bir derse hazırlık aşamasında kullanılabileceği gibi ders işlenirken ve ders sonunda da kullanılabilmektedir (Çetin, 2012).

### **2.6.6. Kelime İlişkilendirme Testi**

Bilişsel yapıyı ortaya çıkarmada etkili birçok araç ve yöntem vardır. Kelime ilişkilendirme testi öğrenenlerin bilişsel yapısını ortaya koymada en eski ve en yaygın kullanılan eğitim araçlarından biridir (Bahar ve Johnstoneve Sutcliffe, 1999). Bu test 1990 öncesine dayanmaktadır. (Bahar ve Özatlı, 2003). Kelime İlişkilendirme Testi bireylerin herhangi bir kavramla ilgili sahip oldukları algıları ortaya koyabilmek için kullanılan veri toplama aracıdır. KİT bir kavrama ilişkin bilişsel yapıyı ortaya koyabilirken bazen birden fazla kavramla ilgili bilişsel yapıyı ortaya koyabilmektedir (Aydemir, 2014).

Kelime ilişkilendirme testi birçok amaç için kullanılabilir. Bu test kavram yanılgılarını tespit ederek bilişsel yapıyı ortaya çıkarır (Şimşek, 2013). Öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadığı konuların belirlenmesinde de kullanılır. Kelime ilişkilendirme testi kişilerin kavramlar arasında ilişki kurup kuramadıklarını, eğer kurmuşlarsa bu ilişkinin anlamlı olup olmadığını belirlemek için kullanılır (Yüce ve Önel, 2015). Kelime İlişkilendirme Testi kişilerin verilen belli bir kavram için alternatif kavramlara sahip olup olmadıklarını belirler (Ekici, Gökmen ve Kurt, 2014). Kelime ilişkilendirme testi bireylerdeki kavramsal değişimleri ortaya koymada etkili bir yöntemdir. Bu test konu anlatımından önce ve sonra öğrencilerin bilişsel yapısı arasındaki farkı öğrenmek, yine anlatımdan sonra kavramlar arası ilişki durumunun değişip değişmediğini öğrenmek içinde kullanılabilir (Bahar ve Özatlı, 2003). Öğrencilerin bazı konularda başarısız olmasının sebebi o konunun kavramlarıyla ilgili yanlış öğrenmeleridir. Yanlış öğrenmeler ilerde daha büyük problemlere yol açabilir. Bunun önüne geçebilmek için öğrencinin bilişsel yapısı incelenmelidir. Kelime ilişkilendirme testi de bilişsel yapının incelenmesinde en yaygın kullanılan araçlardan biridir (Çıldır ve Şen, 2006).

Bu testte, kişilere bir ya da birden fazla kelime verilip onlardan o kelimeyle ilişkilendirdikleri kelimeleri listelemeleri istenir. Bunun için verilen süre kısıtlıdır. Kelime ardı ardına yazılarak kişinin bu verilen kelimedenden uzaklaşması önlenmiş olur. Aksi takdirde kişi uyarıcı kelime yerine uyarıcı kelimeyle ilişkili en son yazdığı kelimeye odaklanır ve asıl

kelimeden uzaklaşır. Bazı çalışmalarda bir tane anahtar kavram verilirken bazı çalışmalarda da isteğe bağlı birden fazla anahtar kavram verilebilir. Araştırmacı verilen tüm yanıtları inceler, uyarıcı kelimeye cevap verilen kelimelerin sayısını belirler ve gerekli sınıflandırmaları yapar. Verilen kavramla ilişkisinin olmadığı düşünülen kelimeler ile isteğe bağlı bir veya iki gibi çok az sayıda tekrar eden kelimeler analize alınmayabilir (Yüce ve Önel, 2015).

Kelime ilişkilendirme testinde anahtar kelimeye ortak verilen cevapların sayısının yanı sıra bu kelimelerin söylenme sırası da önemlidir (Polat, 2013). Kelime ilişkilendirme testinde verilen cevaplara göre frekans tabloları oluşturulur. Bu tablolar isteğe bağlı sınıf, cinsiyet, bölüm bazlı olabilir.

## **2.7. Kelime İlişkilendirme Testi İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

Bahar ve Özatlı (2003), Kız Teknik-Anadolu Kız Meslek ve Kız Meslek lisesinde okuyan 60 tane 1. Sınıf öğrencisi üzerinde araştırma yapmış ve bu araştırması için Biyoloji dersi Canlıların Temel Bileşenleri konusunu seçmiştir. Öğrencilere ders anlatımı öncesi olarak ön test, ders anlatımı sonrası son test olmak üzere iki kez KİT uygulamıştır. Toplanan verilere ve elde edilen frekanslara göre ön test bilgilerine dayanılarak öğrencilerin kavramlar arası ilişkiyi net bir şekilde anlayamadığı, çok dağınık bir kavram ağına sahip oldukları görülmüş, bunun aksine son testten elde edilen verilere göre öğrencilerin bu sefer daha bilimsel ve daha geçerli kavram ilişkilerine ulaştığı görülmüştür.

Ercan, Taşdere ve Ercan (2010), Bolu'da merkeze bağlı bir okulda 7. sınıfta öğrenim gören 31 öğrenci üzerinde kelime ilişkilendirme testini uygulayarak Fen ve Teknoloji dersi Güneş Sistemi ve Uzay konusu ile ilgili araştırma yapmıştır. Yaptığı çalışmada konunun başında ve sonunda olmak üzere iki kere kelime ilişkilendirme testini uygulamış ve böylece kelime ilişkilendirme testinin öğrencilerin konu ile ilgili bilişsel yapısını ortaya çıkarmada, kavramsal değişim sürecini kaydetmede, kavram yanlışlarını tespit etmede etkili olduğunu görmüştür. Ayrıca iki haftalık bir eğitim sonucunda öğrencilerde kavramsal değişimin pozitif yönde olduğu kaydedilmiştir.

Işıklı, Taşdere ve Göz (2011), sınıf öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören 100 öğretmen adayına kelime ilişkilendirme testi uygulanarak öğretmen adaylarının Atatürk İlkelerine yönelik bilişsel alt yapısı incelenmiştir. 6 adet anahtar kavram kullanılmış ve

öğretmen adaylarının bu kavramlarla ilgili cümleler kurması istenmiştir. Frekans tablosu oluşturulduktan sonra kavram ağları çizilmiştir. Öğretmen adaylarının özellikle Milliyetçilik ve Devletçilik ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda Kelime İlişkilendirme Testinin eğitim ortamlarında daha sık kullanılabilecek bir ölçme aracı olduğu vurgulanmıştır.

Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu (2012), Bilim Sanat Merkezine devam eden yedinci ve sekizinci sınıfta okumakta olan 18 üstün yetenekli öğrenci üzerinde araştırma yapmıştır. Etkinlik öncesi ön test, etkinlik sonrası son test olmak üzere toplamda iki kez kelime ilişkilendirme testi uygulanmış ve etkinlik sonrası her iki grupta da anahtar kelimeye verilen cevap sayısında artış olduğu görülmüştür. Böylece KİT aracılığı ile bilişsel süreçteki değişim izlenmiştir.

Eren (2012), ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilişim teknolojilerine ilişkin algılarını ve bilişsel yapılarındaki kavramlar arası bağları ortaya çıkarmak amacıyla bir ilköğretim okulunda öğrenim gören 244 öğrenci ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Öğrencilere bilişim teknolojileri ile ilgili altı kavramdan oluşan bir kelime ilişkilendirme testi uygulanmıştır. Test sonucunda elde edilen verilerle frekans tabloları oluşturulup öğrencilerin bilişsel yapısı incelenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilgisayar, internet ve iletişim kavramlarını iyi ilişkilendirebildikleri, bilgisayar destekli öğretim ve bilişim teknolojileri kavramlarını ise iyi ilişkilendiremedikleri görülmüştür. Öğrenciler anahtar kavramlara en çok bilgisayar, telefon, oyun, facebook, internet cevaplarını vermişlerdir. Bu da öğrencilerin bilişim teknolojilerini daha çok eğlence ve vakit geçirme amaçlı kullandıklarını göstermektedir.

Polat (2013), 2008-2010 öğretim yıllarında İstanbul ilinde özel bir lisede okuyan 48 öğrenci üzerinde Kelime İlişkilendirme Testini uygulayarak Çevre konusu üzerine araştırma yapmıştır. Öğrencilere öğretimden iki hafta sonra ve bir yıl sonra kelime ilişkilendirme testi uygulanmıştır. Verilen cevaplara göre frekans tabloları oluşturulmuş ve zihin haritaları çizilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin öğretimden sonra bilişsel yapılarının daha iyi olduğunu ve anahtar kavramla ilişkili daha fazla kelime yazabildiklerini göstermiştir. Ayrıca bir yıl sonra yapılan testte bu oranın düştüğü görülmüştür.

Kurt ve Ekici (2013), Kelime İlişkilendirme Testi ve Çizme-Yazma Tekniğini kullanarak 44 biyoloji öğretmen adayının “Virüs” konusu ile ilgili bilişsel yapılarını incelemiştir. Test aracılığı ile çıkan sonuçlar 6 kategori altında toplanmıştır ve biyoloji öğretmen adaylarının “Virüs” kavramı ile ilgili alternatif kavramlara sahip oldukları görülmüştür.

Aydemir (2014), 2013-2014 eğitim-öğretim yılında çeşitli ortaokullarda 7.sınıfta öğrenim gören toplamda 94 öğrenci ile çalışmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin beşeri coğrafya kavramlarına ilişkin algıları kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla incelenmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu-bilim deseni kullanılmıştır. Araştırma sonucunda kelime ilişkilendirme testi aracılığı ile öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenebileceği ve bu yanlışların sebebine dair fikir yürütülebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kaya ve Akış (2015), Eğitim Fakültesinde Coğrafya eğitimi alan 3. ve 4. Sınıf öğrencilerinden oluşan 70 kişi üzerinde araştırma yapmıştır. Bu çalışmada kelime ilişkilendirme testi ile öğrencilerin bilişsel yapıları incelenmiştir. Anahtar kelime olarak “hava” kullanılmış ve çıkan frekanslara göre toplamda 9 kategori oluşturulmuştur. Verilen cevaplara göre öğrencilerin hava ile ilgili bilişsel yapılarının kuvvetli olduğu görülmüştür. Öğrencilerin bu anahtar kavramla ilgili cümleler kurması istenmiş ve kurulan cümlelere göre öğrencilerin bu kavramla ilgili bilimsel bilgilere sahip oldukları görülmüştür.

Keskin ve Örgün (2015) araştırmalarında, Ürgüp ilçesindeki dört ve beş yıldızlı otellerde çalışmakta olan 130 kişinin “Sürdürülebilir Turizm” kavramına ilişkin bilişsel yapılarını araştırmak için kelime ilişkilendirme testini kullanmış ve bu kavramla ilgili kavram yanlışlarını ortaya koymuşlardır. Elde edilen kelimeler incelendiğinde katılımcılardan 251 adet cevap kelime elde edildiği görülmüştür. Verilen ifadeler incelendiğinde sürdürülebilir ifadesinin çalışanlar arasında pek de iyi anlaşılmadığı görülmüştür. Bu kavramla ilgili cümle kurmaları istenmiş ve bu cümleler incelendiğinde çalışanların kavram yanlışlığına sahip oldukları ve bilimsel cümlelerden çok duygusal ağırlıklı cümleler kurdukları görülmüştür. Grubun sadece % 14.9’ luk bir kısmının bilimsel cümleler kurabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcılardan verilen anahtar kavramla ilgili on kelime yazmaları istenmesine rağmen çoğu katılımcı sadece beş altı tane kelime yazabilmiştir. Bu da onları bu kelime ile ilgili yeterince kelime dağarcığına sahip olmadıklarını göstermiştir.

Önel ve Yüce (2016) yaptıkları çalışmada, 146 Fen Bilgisi öğretmen adayına kelime ilişkilendirme testini uygulayarak “Evrim” konusundaki bilişsel yapılarını incelemişlerdir. Öğretmen adaylarından bir dakika içerisinde “Evrim” kelimesi ile ilgili akıllarına gelen ilk beş kelimeyi yazmaları istenmiştir. Test sonucunda en çok tekrar eden kelimeler “evrim”, “Darwin” ve “maymun” olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre evrim kelimesi söylendiğinde öğretmen adaylarının %61’ inde bu üç kelimenin öncelikli olarak akla geldiği görülmüştür. Ayrıca araştırma bu teorinin üstünden uzun yıllar geçmesine rağmen yine de bu konu ile ilgili yanlış bilgilerin mevcut olduğunu göstermiştir.

Turan ve Erdoğan (2016) yaptıkları araştırmada, Kelime İlişkilendirme Testini kullanarak “Süreklilik” kavramına ilişkin 152 matematik öğretmen adayının bilişsel yapısını ortaya çıkarmışlardır. Anahtar kelime olarak “Süreklilik” kelimesi kullanılmış ve çıkan sonuçlara göre frekans tabloları oluşturulmuştur. Frekans tablosuna göre kesme noktası tekniği kullanılmış ve bunun sonucunda öğretmen adaylarının bu kavramla ilgili bildiklerini yansıtan kavram ağları çizilmiştir. Katılımcılardan toplam 73 cevap kelime elde edilmiş ve bu kavramla ilgili 17 kategori oluşturulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre “Süreklilik” kavramına ilişkin en yüksek frekanslar “Limit” ve “Fonksiyon” kelimelerinde görülmüştür.

Gökbaşı ve Erdoğan (2016) yaptıkları çalışmada, matematik öğretmen adaylarının fonksiyon hakkındaki kavramsal yapılarını incelemişler ve bu araştırmalarını Anadolu’ da bir devlet üniversitesinde eğitim gören 125 matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirmişlerdir. Verileri Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi aracılığı ile toplamışlar, elde edilen sonuçlara göre frekans tabloları oluşturmuşlardır. Kesme noktası tekniğini kullanarak öğretmen adaylarının fonksiyon kavramına ilişkin bilişsel yapılarını ortaya koyan kavram ağları çizmişlerdir. Araştırma sonucunda toplamda 12 kategori oluşturup fonksiyon anahtar kelimesini 98 kelime ile ilişkili bulmuşlardır.

Turan ve Erdoğan (2016) yaptıkları çalışmada, matematik öğretmen adaylarının limit ile ilgili kavramsal yapılarını incelemiş ve bir devlet üniversitesinde eğitim gören 152 matematik öğretmen adayı çalışmışlardır. Ölçme aracı olarak Kelime İlişkilendirme Testi ve anahtar kavram olarak “Limit” i kullanmışlardır. Kesme noktası tekniğini kullanarak frekans tabloları oluşturmuşlar ve bunlara uygun kavram ağları çizmişlerdir. Limit anahtar kavramına ilişkin toplamda 87 cevap kelime ve 18 kategori oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda 60 ve üzeri frekanstaki “Sınırlılık, Yakınsaklık, Belirsizlik, Süreklilik, Sonsuzluk, Türev, Fonksiyon ve Sağ- Sol Limit” kategorileri daha önemli görmüşler ve öğretmen adaylarının kavramsal yapılarını ortaya çıkarmışlardır.

Erdoğan (2016), matematik öğretmen adaylarının geometri üzerine bilişsel yapılarını araştırmış ve bu çalışmasını bir devlet üniversitesinde hazırlık sınıfında eğitim gören 65 matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada nitel araştırma tekniğini ve verileri toplamak için Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testini kullanmıştır. Anahtar kelime olarak Geometri kelimesini seçmiş ve elde edilen verileri içerik analizi yöntemiyle analiz ederek bunlara uygun kavram ağları çizmiştir. Araştırma sonucunda geometri anahtar kelimesine ilişkin 550 kelime ve 13 kategori elde etmiştir. 70 ve yukarı frekanstaki kategorilerin daha önemli olduğunu kaydetmiştir. Bu kategorileri Üçgenler, Çokgen / Dörtgen, Geometri Elemanları, Ölçme olarak belirlemiştir.

Benibil ve Erdoğan (2016) yaptıkları çalışmada, “İstatistik” kavramı ile ilgili matematik öğretmen adaylarının bilişsel yapılarını incelemiş ve bu araştırmalarında nitel araştırma desenlerinden olgu bilim desenini kullanmışlardır. Araştırmalarını bir devlet üniversitesinde eğitim gören 83 matematik öğretmen adayı ile yapmışlardır. Araştırmalarında Bağımsız Kelime İlişkilendirme testini kullanmış ve anahtar kelime olarak “İstatistik” kavramını seçmişlerdir. Elde edilen veriler içerik analizi ile analiz etmiş ve İstatistik kavramı ile 84 kelimeyi ilişkilendirmiş, toplamda 14 kategori elde etmişlerdir. 80 ve üzeri frekansa sahip olan “Merkezi Dağılım Ölçüleri” ve “Gösterim” kategorilerini “İstatistik” kavramı için daha önemli bulmuşlardır. Araştırma sonucunda Kelime İlişkilendirme Testinin matematik öğretmen adaylarında “İstatistik” kavramı ile ilgili kavramsal ilişkilendirmeleri ortaya koyduğunu görmüşlerdir.

## **2.8. Çizme-Yazma Tekniği**

Çizme-yazma tekniği kavramlarla ilgili düşünce, tutumlar, anlama hakkında nitelikli ve derinlemesine veriler elde edilmesi sağlayan bir tekniktir. Bu teknik sayesinde bireylerin belli bir kavrama yönelik düşünceleri belirlenebilir (Kurt ve Ekici, 2013). Bu teknikte belli bir kavram anahtar kelime olarak seçilir ve bireyin belli bir süre içerisinde bu kavramla ilgili bildiklerini çizerek ifadelendirmesi istenir. Bu teknik uygulanırken bireyin fikirlerini özgürce ifade edebilmesi sağlanmalıdır. Bu teknik sayesinde bireylerin bilimsel olmayan bilgileri de ortaya çıkarılmaktadır (Eser, Çetin, Özarslan ve Işık, 2015).

Bu çalışmada da matematik öğretmen adaylarının Trigonometri kavramına ilişkin görüşleri çizme-yazma tekniği kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

## **2.9. Trigonometri Kavramı**

Cebirsel, geometriksel, grafiksel anlama arasında bağ kuran “Trigonometri” kelime olarak üçgenlerde ölçümlerle ilgilidir ve trigonometri çeşitli sabit oranları içine alır. Trigonometrik fonksiyonlar çeşitli araştırmalarda, denizcilikte ve mühendislik gibi alanlarda sık sık karşımıza çıkar (Ayres, 1954; Güntekin ve Akgün, 2011). Newton fiziğindeki, mühendislik ve mimarlık alanlarındaki konuları anlamamanın yolu trigonometrinin temel kavramlarını ve trigonometrik fonksiyonları iyi anlamaktan geçer.

Astronomi çalışmaları, haritacılık, rota tayini, kan basıncı ölçümü, optik, mekanik, piyano tuşu, uzay çalışmaları ve birçok mühendislik alanında karşımıza çıkan Trigonometri 17.yy' a cebirsel gösterimlerle girmiştir ve "Trigonometri" ile ilgili en eski bilgiler M.Ö. 170-125 yıllarında yaşayan Hipparchus' a aittir. Hipparchus astronomide hesaplamaları yapabilmek için çember kirişlerinin uzunlukları ve küresel üçgenler üzerinde çalışmıştır. Modern anlamda düzlemsel ve küresel trigonometriyi geliştiren ve trigonometrik fonksiyonları kesin bir şekilde formüle edenler Türk ve Arap bilim adamları olmuştur. Trigonometrinin başlangıcını eski Mısırlılara kadar götürmek mümkündür (Aktümen, 2013).

Yapılan çalışmalara göre matematiğin önemli bir konusu olan Trigonometri konusunda birçok kavram yanılışı mevcuttur (Demetgül, 2001). Örneğin, Güntekin (2010) yaptığı çalışmada açıların radyan cinsinden ifadesinde, trigonometrik fonksiyonların periyodunu bulmada ve grafiklerini oluşturmada, trigonometrik denklemlerin çözümünde, geometrik şekillerde trigonometrik bağıntıların uygulanmasında öğrencilerin güçlükler yaşadığını ve bu güçlüklerin kavram yanılışından kaynaklandığını belirtmiştir. Taş (2013) tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının birim çemberde ifade edilmesinde öğrencilerin sorunlar yaşadığını belirtmiş ve bu durumun sebebi olarak anlamlı öğrenmeden ziyade ezbere öğrenmenin gerçekleşmesini göstermiştir.

## **2.10. Trigonometri Kavramı ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Doğan ve Abdildaeva (2013) yaptıkları çalışmada, trigonometrik denklem sistemlerini incelemiş grafik ve diyagram gibi görsel şemaların kullanımının problemin daha iyi anlaşılmasını sağladığını, problem çözümünü kolaylaştırdığı ve bilginin kalıcılığını artırdığını göstermişlerdir. Araştırmada nitel analiz yöntemini kullanılmıştır. Bu çalışmada analitik düşünmeyi ve grafiksel gösterimleri kullanmanın kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırdığını göstermişlerdir.

Tekin ve Konyalıoğlu (2010) yaptıkları çalışmada, toplam ve fark formülleri üzerinde durmuş ve araştırma sonucunda öğrencilerin bu konuyu görsel olarak daha iyi anladığını görmüşlerdir. Matematikte ezberin önüne geçmek için konu anlatımında görselleştirmeye daha fazla yer verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Öğrencilerin cebirsel ispat sürecinde yanlış sonuçlara vardıklarını görmüşler ve bu yanlış anlamalardan kaynaklı yanlış çözümlerin önüne geçebilmek için görselleştirme ağırlıklı ispatların yapılması gerektiğini

vurgulamışlardır. Böylelikle kavramlar arası ilişkinin daha iyi anlaşılacağını ve öğrencilerin “neyin nereden geldiğini” daha iyi bileceğini belirtmişlerdir.

Demetgül (2001) yaptığı çalışmada, öğrencilerin trigonometri konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmeyi amaçlamış ve bu çalışmasını onuncu sınıf öğrencileri ile gerçekleştirmiştir. Araştırmada tanı koyucu teşhis testleri kullanmış ve bu testler 7 lisede toplam 280 öğrenciye uygulamıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin trigonometri konusunda birçok kavram yanlışına ve eksik bilgilere sahip olduklarını görmüştür. Bu durumun önüne geçebilmek için tanı koyucu testlerin geliştirilmesi ve uygulanmasının gerektiğini ayrıca ders materyalleri aracılığı ile bu durumun en düşük seviyeye getirilmesi gerektiği vurgulamıştır.

Örnek (2007), araştırmasında trigonometrik kavramların canlandırma (dramatizasyon) yöntemiyle öğrenilmesinin matematiksel öğrenme açısından sonuçlarını incelemiştir. Bu araştırmasında İstanbul ilinde bir ilköğretim okulunda 8. Sınıfta okuyan toplamda 69 öğrenci ile çalışmış ve araştırmada başarı testi, matematik tutum ve kaygı ölçeklerini uygulamış, öntest-sontest, deney ve kontrol gruplu model kullanmıştır. Kontrol grubunda geleneksel anlatım, deney grubunda ise dramatizasyon yöntemi kullanmıştır. Araştırma sonucunda dramatizasyon yöntemi kullanılan grupta matematik başarısının, konunun kalıcılığının, matematiğe karşı tutumun olumlu yönde arttığını gözlemlemiştir. Öğretmenlerin öğrencilere konu anlatırken konuyu sevdirecek yöntem ve teknikleri kullanmaya özen göstermeleri gerektiğini vurgulamıştır.

Tarhan (2007), çalışmasında oluşturmacı yaklaşım ile sunulan trigonometri öğretiminin öğrencilerin başarı ve tutumlarına olan etkisini araştırmıştır ve bu araştırmasında 2. sınıfta okuyan 50 öğrenci ile çalışmıştır. Araştırmada trigonometri konusuna yönelik öntest-sontest başarı testi, likert tipi tutum ölçeği kullanmış ve deneysel araştırma yapmıştır. Araştırmada deney grubunda oluşturmacı yaklaşım ile ders işlemiş ve araştırma sonucunda deney ve kontrol grubunda öntest-sontest puanları ve tutum puanları arasında anlamlı bir farka rastlamamıştır. Bununla birlikte oluşturmacı yaklaşım ile ders işlenen gruptaki öğrencilerin konuya daha istekli ve daha heyecanlı olduklarını tespit etmiştir.

Güntekin (2010) yaptığı çalışmada, Trigonometri konusundaki öğrenme güçlüklerini ve kavram yanlışlarını araştırmış ve bu araştırmasını Erzurum il merkezinde 5 ayrı lisede 205 ortaöğretim 10.sınıf öğrencisi ile gerçekleştirmiştir. “Trigonometri bilgilerini kullanabilme ve öğrenci yanlışları” adlı çoktan seçmeli sorulardan oluşan Teşhis Testi-1 ve açık uçlu sorulardan oluşan Teşhis Testi-2’ yi kullanmıştır. Elde edilen verilere göre açıların radyan cinsinden ifade edilmesinde, birim çember ve trigonometri ilişkisinde, trigonometrik

fonksiyonlarda periyot bulma işleminde, trigonometrik denklemlerin çözümünde, geometrik şekiller ve trigonometri ilişkisinde, trigonometrik fonksiyonun tersinin bulunmasında güçlükler yaşandığını ve öğrencilerin çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını görmüştür.

Tuna (2011), çalışmasında 5E öğrenme modelinin trigonometri konusunun öğretiminde öğrenci başarısına, düşünme becerilerinin geliştirilmesine, bilgilerin kalıcılığına etkisini araştırmıştır ve bu araştırmasını Kastamonu merkezde bir Anadolu lisesinde okuyan 10. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirmiştir. Araştırmada frekans, yüzde, aritmetik ortalama, standart sapma değerleri, t-testi ve ANCOVA analiz tekniklerini kullanmıştır. Deney grubunda 5E öğrenme modeli konu anlatımı yapılırken kontrol grubunda geleneksel anlatım yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda trigonometri konusunun anlatımında 5E öğrenme döngüsü modelinin kullanımının hem matematiksel düşünmeyi, hem akademik başarıyı hem de öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırdığını gözlemlemiştir. Ayrıca görsel ve işitsel materyal kullanımının, öğrencilerin kendi bildiklerinden yola çıkarak formülleri bulmasının, konunun güncel hayatla ilişkilendirilmesinin öğrenmeyi kolaylaştırdığı belirtmiştir.

Taş (2013), araştırmasında öğrencilerin trigonometri konusunda bilgi düzeylerini, problem çözebilme becerilerini, kavramsal ve işlemsel bilgi ilişkisini incelemiştir. Bu araştırmasını Kayseri il merkezindeki 3 ayrı okulda okuyan 165 lise 2. sınıf öğrencisi ile yapmıştır. Konu ile ilgili açık uçlu sorular sormuş, verilerin analizinde yüzde hesabı kullanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin tanjant fonksiyonu ile ilgili kavramsal bilgilerinin iyi olduğunu fakat birim çemberde tanjant ve kotanjant fonksiyonlarını ifade etmede sıkıntılar yaşandığını tespit etmiştir. Ayrıca öğrencilerin bu konuda işlemsel bilgilerinde eksiklik olduğunu ve bunun da üslü köklü sayılar konusundaki eksikliklerden kaynaklandığını ifade etmiştir. Soru çözümlerinde grafiksel çözümden ziyade cebirsel çözümün kullanıldığını ve bundan dolayı öğrencilerin farklı temsilleri kullanmada orta seviyede olduklarını görmüştür. Öğrencilerin sürekli aşına oldukları ispatları kolaylıkla yapabildiklerini fakat çok fazla ispatı yapılmayan bir ispatı yapma becerisinin düşük olduğunu görmüştür. Sonuç olarak öğrencilerin ezber ağırlıklı bir öğrenme gerçekleştirdiklerini ifade etmiştir.

Delil (2014), trigonometri konusu içerisinde yer alan trigonometrik ifadelerin sadeleştirilmesi konusunu Delice' nin Sadeleştirme Modeli bağlamında ortaya çıkan tanıma ve hatırlama açısından incelemiştir ve bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinde 2.sınıfta okuyan 84 kişi ile bu çalışmasını gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak her biri 16 sorudan oluşan Trigonometrik İfadelerin Sadeleştirilmesi Testi, Cebirsel İfadeleri Sadeleştirilmesi Testi ve

Limit-Türev-İntegral Testi olmak üzere üç ayrı test kullanmıştır. Testin uygulandığı öğretmen adaylarından dokuzu ile klinik mülakat, testlerden ve mülakatlardan elde edilen verilerin incelenmesinde betimsel analiz ve içerik analizi kullanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin trigonometrik ifadelerin sadeleştirilmesi konusundaki başarısının cebirsel ifadelerin sadeleştirilmesi konusundaki başarısına bağlı olduğunu görmüştür. Öğretmen adaylarının var olan cebirsel bilgilerini, trigonometri konusunda kullanmada sorunlar yaşadığı tespit etmiştir. Trigonometrik ifadelerin sadeleştirilmesi konusunun matematikte genel bir tanımı olmadığından öğretmen adaylarının kavram bilgisi eksikliğinden de kaynaklı sorunlar yaşadığını ifade etmiştir.

Saraç (2008), çalışmasında öğretmen öz yeterliliğinin, öğrenci trigonometri öz yeterliliği ve öğrenci trigonometri başarısı ile ilişkisini araştırmıştır ve bu araştırmasını yedi ayrı okuldan 16 matematik öğretmeni ve bu öğretmenlerinin 10. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirmiştir. Öğretmenler için Öğretmen Öz Yeterlilik Ölçeği ve Matematik Öğretimine Yönelik Öz Yeterlilik Ölçeği, öğrenciler için Öğrenci Trigonometri Öz Yeterlilik Ölçeği ve Öğrenci Trigonometri Başarı Testini kullanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin trigonometri öğretimine yönelik öz yeterliliklerini belirlemek amacıyla röportaj yapılmıştır. Çalışma sonucunda genel öğretmen öz yeterliliği ve matematik öğretimine yönelik öz yeterlilik değişkenleri ile öğrenci değişkenleri arasında anlamlı korelasyon bulamamıştır. t-testi sonuçlarına göre trigonometri öğretme öz yeterliliği yüksek olan öğretmen öğrencilerinin, düşük olan öğretmen öğrencilerine göre trigonometri öz yeterlilik ölçeğinden anlamlı düzeyde daha yüksek sonuçlar aldığını tespit etmiştir.

Eşlik (2003), çalışmasında öğrenci merkezli uygulamaların yer aldığı bir öğretim uygulamasının trigonometri başarısı ve trigonometri hakkındaki görüşlere etkisini araştırmıştır ve bu çalışmasını İstanbul'daki bir Anadolu Lisesinde toplamda 74 tane 10. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirmiştir. Araştırmada tam deneysel araştırma deseni kullanmıştır. Bunun için 24 öğrenciye geleneksel öğretim, 26 öğrenciye sadece bağlamsal problemlerden oluşan bir öğretim, 24 öğrenciye ise bağlamsal problemler ve öğrenci merkezli öğretim uygulamalarıyla zenginleştirilmiş bir öğretim uygulamasıdır. Grupların trigonometri başarısı arasında anlamlı bir fark olup olmadığını Kruskal Wallis testi ile belirlemiştir. Araştırma sonucunda bağlamsal problemler ve öğrenci merkezli öğretim uygulamalarının eşlik ettiği öğretimi alan grubun geleneksel öğretime dâhil edilen gruba göre anlamlı derecede yüksek performans sergilediğini tespit etmiştir.

Doğan (2001), trigonometri konularının öğretiminde öğrencilerin yanılgıları, yanlışları ve bu konuya karşı öğrenci tutumları üzerine bir araştırma yapmış ve Konya'nın ilçe

merkezlerinde okuyan 10.sınıf öğrencilerinden toplamda 1316 kişi ile çalışmıştır. Bu çalışmasını Trigonometri Düşünceler Anketi, Trigonometri Bilgi Formu ve Trigonometri Teşhis Testi ile yürütmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin %21.89' unun trigonometri konularını sevdiği, %45.52' sinin trigonometri konularını sevmediğini tespit etmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre trigonometrinin seilmeme nedenlerini trigonometrinin mecbur olduğu için öğrenilmesi, günlük hayatta hiçbir işlerine yaramadığının düşünülmesi, ÖSS' de trigonometriden soru çıkmayı gösterilmiştir. Ayrıca öğrencilerin trigonometrik kavramları karıştırdıkları, trigonometrik denklem çözümünde, trigonometri ve birim çember ilişkisinde zorlandıklarını görmüştür. Öğrencilerin geometrik şekillere dayalı trigonometri sorularındansa formüle dayalı trigonometri sorularını daha kolay çözdüklerini tespit etmiştir.

Öztürk (2012), 8. Sınıfta Trigonometri ve eğim konusunun öğretiminde GeoGebra yazılımının öğrencilerin başarısı ve öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisini araştırmıştır. Araştırmasında deney grubunda 26, kontrol grubunda 26 olmak üzere toplamda 52 öğrenci ile çalışmıştır. Araştırmacı dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra programının etkilerini inceleyebilmek için kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemlerine uygun bir ders işlerken deney grubunda GeoGebra programının kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle dersleri işlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre GeoGebra ile ders işlenen öğrencilerin geleneksel yöntemlerle ders işlenen öğrencilere göre akademik başarılarında anlamlı derecede bir artış olduğunu görmüştür. Kalıcılık testine göre dinamik geometri yazılımının kalıcılığa olumlu yönde daha fazla etki ettiğini tespit etmiştir. Ayrıca GeoGebra Programının öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerine etkisinin anlamlı düzeyde olmadığını görmüştür.

Tekin (2010), trigonometri kavramlarının öğrenilmesinde görselleştirme yaklaşımının etkisini araştırmıştır ve bu araştırmasını Amasya Anadolu Lisesinde öğrenim gören 24' ü kontrol grubu, 26' sı deney grubu olmak üzere toplamda 50 kişi ile gerçekleştirmiştir. Kontrol grubunda matematiksel işlemlere ağırlık vererek geleneksel yöntemlerle trigonometri konusu işlenirken deney grubunda ise görselleştirmeye dayalı olan çalışma yapraklarıyla öğretim gerçekleştirmiştir. Araştırmada görsel-uzamsal beceri testi, trigonometri başarı testi, matematiğe yönelik tutum ölçeği, trigonometri görsel kavrama testi, yarı yapılandırılmış mülakat ve gözlem tekniklerini kullanmıştır. Verileri t-testi ve ANOVA ile analiz etmiştir. Araştırma sonucunda iki grubun trigonometri başarıları ve matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı fark olduğunu görmüştür. Yapılan kalıcılık ölçümüne göre de görselleştirmeye dayalı öğretim grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir.

Ağaç (2009), çalışmasında 10. sınıf öğrencilerinin trigonometri öğrenme alanında grafik hesap makinesi (GHM) kullanmalarının onların akademik başarılarına ve problem çözme becerilerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada Trigonometri Öğrenme Alanına Yönelik Akademik Başarı Testi ile öğrenci ve öğretmen görüş formlarını kullanmıştır. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan deney ve kontrol grubu öğrencilerinde problem çözme becerileri arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu, deney grubu öğrencilerinin başarısının kontrol grubundakilere göre daha yüksek seviyede olduğunu görmüştür. Sonuçlar cinsiyet bazlı incelendiğinde öğrencilerin problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark olmadığını görmüştür. Görüşmeler sonucunda Trigonometri öğretiminde grafik hesap makinesi kullanımının bilgilerin kalıcılığını sağlaması, problem çözümüne imkan vermesi, görsellik sağlayarak zihinde somutlaştırmayı sağlaması, zamandan tasarrufa imkan vermesi, öğrenmeyi kolaylaştırması gibi yararlı yönlerini tespit etmiştir.

Emlek (2007), dinamik modelleme ile bilgisayar destekli trigonometri öğretiminin öğrencilerin başarısı üzerine etkisi araştırmış ve bu çalışmayı onuncu sınıf 128 öğrenci, MYO birinci sınıf 112 öğrenci olmak üzere toplamda 240 öğrenci ile gerçekleştirmiştir. Deney ve kontrol grupları rastgele oluşturmuştur. Deney grubunda bilgisayar destekli trigonometri öğretimi için dinamik modeller üretilip öğretimi bunlar aracılığı ile gerçekleştirirken kontrol grubunda öğretimi geleneksel yöntemlerle gerçekleştirmiştir. Araştırmada aritmetik ortalama, standart sapma gibi betimsel istatistik yolların yanı sıra deney ve kontrol grupları arasındaki farkı görebilmek için t-testini de kullanmıştır. Araştırma sonucunda Bilgisayar Destekli Trigonometri Öğretiminin öğrenci başarısında olumlu yönde daha etkili olduğunu görmüştür.

Aydın (2007), yaptığı çalışmada öğrencilerin trigonometri konusunda karşılaştıkları sorunları araştırmış ve Eskişehir il merkezinde 8. sınıfta okumakta olan öğrencilerle çalışmasını gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada nitel araştırma yöntemi ve yarı yapılandırılmış görüşme tekniğini kullanmış ve öğrencilere 14 açık uçlu soru sormuştur. Görüşmeler aracılığı ile öğrencilerin trigonometri ile ilgili karşılaştıkları sorunları kaydetmiştir. Araştırma sonucunda ilköğretim 8.sınıfta okuyan öğrencilerde sinüs, kosinüs, tanjant, kotanjant tanımlarının karıştırıldığını, üçgenler ve açılar konusunda bilgi eksikliklerinin olduğunu, Pisagor ve Öklid bağıntılarının bilinmediğini, derste öğrendiklerini soru çözerken uygulayamadıklarını ve öğrencilerin ön öğrenmelerin eksikliği nedeniyle trigonometri öğrenmede isteksiz olduklarını tespit etmiştir.

## 3.BÖLÜM

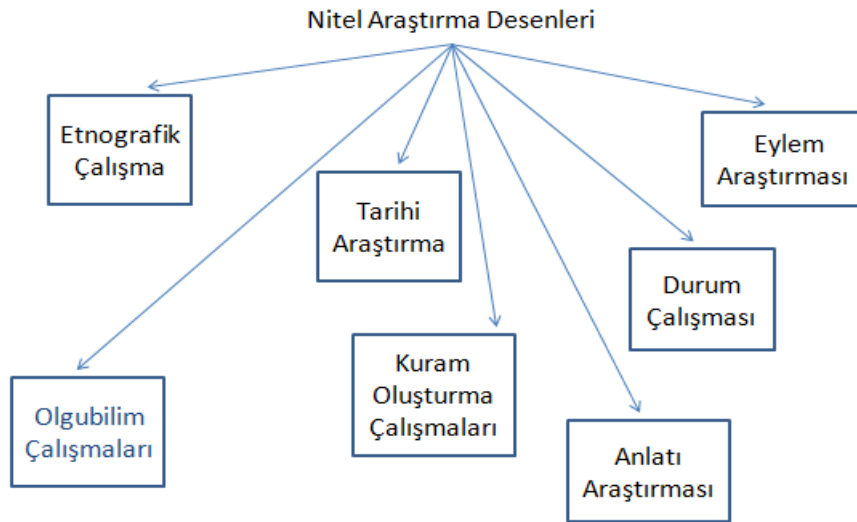
### YÖNTEM

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

#### 3.1. Araştırma Modeli

Araştırmanın modeline karar vermek araştırma sürecindeki önemli aşamalardan biridir. Buna karar vermenin en önemli yolu araştırmanın amacıdır. Bağlam ve olgular derinlemesine doğal bir ortamda incelendiği için bu araştırmada nitel araştırma modeli kullanılmıştır. Nitel araştırmada katılımcının olguları anlaması ve anlamlandırması ön plandadır. Bireylerin öncelikle özel durumları incelenir ve tümevarım yapılır. Çalışılacak olayın belirlenmesi, çalışmadaki katılımcıların belirlenmesi, hipotezlerin üretilmesi, verilerin toplanması, verilerin analizi nitel araştırmanın aşamalarıdır. Nitel araştırma modelinin desenleri aşağıda verilmiştir (Büyüköztürk vd., 2012).

Şekil- 7: Nitel Araştırma Desenleri



Kaynak: Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012) *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* Kitabından uyarlanmıştır.

Bu araştırmada nitel araştırma desenlerinden olgubilim (phenomelogy) deseni kullanılmıştır. Bu desen, bildiğimiz fakat derinlemesine bilgiye sahip olmadığımız olgularda kullanılır ve bu olguya ilişkin yaşantıları doğal bir ortamda ortaya çıkarmaya çalışır, bu olguyu daha iyi kavramamızı yeni sonuçlar çıkarmamızı sağlar (Büyüköztürk vd., 2012).

Araştırma türleri; düzeylerine göre betimsel, ilişkisel ve müdahaleli olmak üzere 3' e ayrılır. Yine bunların da alt dal şeklinde türleri mevcuttur. Betimsel araştırmalar bazı durumlarda tek başına yeterli olmayabilir fakat eğitim araştırmalarında betimsel araştırma sık kullanılır ve tarama çalışması en sık kullanılan betimsel araştırma türüdür. Bu araştırmada katılımcıların, fiziksel ortamın, verilen durumun özellikleri açık bir şekilde ifade edilir, genellikle anket kullanılır (Büyüköztürk vd., 2012).

Bu araştırmada olgubilim deseninin yanı sıra betimsel araştırma çeşidi olan tarama çalışması da kullanılmıştır.

### **3.2. Çalışma Grubu**

Çalışmanın örneklemini, 2016-2017 yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Matematik ğretmenliği Anabilim dalında eğitim gören toplam 107 matematik ğretmen adayı oluşturmaktadır.

### **3.3. Veri Toplama Aracı ve Süreci**

Veri toplama aracı olarak Kelime İlişkilendirme Testi kullanılmıştır. Kullanılan Kelime İlişkilendirme Testi Ek-1 de verilmiştir.

Öğretmen adaylarına anahtar kelime olarak “Trigonometri” kavramı verilmiş ve bu kavramla ilgili çağrışım yapan on kelimenin 1 dakika içerisinde yazılması istenmiştir. Bu ağrışım yapan kelimeler yazıldıktan sonra ğretmen adaylarından 1 dakika içerisinde bunlarla ilgili bir cümle kurmaları istenmiştir. Son aşama olarak ğretmen adaylarından 5 dakika içerisinde “Trigonometri” kavramı ile ilgili bildiklerini resim ve şekille ifade etmeleri istenmiştir. Kelime ilişkilendirme testi uygulanmadan önce matematik ğretmen adaylarına testle ilgili gerekli açıklamalar yapılmıştır.

### **3.3.1. Geçerlilik**

Bir ölçme aracı ölçülmek istenen şeyi ölçmek için uygunsa bu ölçme aracının geçerlilik düzeyi yüksektir. Geçerliliği arttırmanın çeşitli yolları vardır. Soru (konu) dağılımının arttırılması, sınav süresinin dengeli olması bu yollardan bazılarıdır (Baki, 2006). Araştırmacılar yaptıkları çalışmanın geçerliliğini sağlayabilmek için verileri analiz ederken ve yorumlarken tarafsızlığını korumalıdır. Yüksek bir geçerlilik için elde edilen verilerin iyi bir şekilde rapor edilmesi ve sonuca nasıl ulaşıldığının açık, net bir şekilde ifade edilmesi gerekir (Yıldırım, 2010; Benibil ve Erdoğan, 2016).

Bu araştırmada verilerin nasıl toplandığı ve bu verilerden elde edilen sonuçlar ayrıntılı bir şekilde ifade edilerek geçerlilik sağlanmaya çalışılmıştır.

### **3.3.2. Güvenirlilik**

Araştırmalarda yapılan güvenirlilik testi ölçümlerde hata olup olmadığını tespit eder. Bir ölçme aracının tekrar tekrar yapılan ölçümlerde aynı değeri vermesi o ölçme aracının güvenirliliği ile ilgilidir. Ölçümün ne derece doğru yapıldığı ölçme aracının güvenirliliğini gösterir. Güvenirliliği arttırmanın çeşitli yolları vardır. Cevaplama yapılırken fiziksel ortamın uygun olması, cevaplama süresinin uygunluğu, cevaplama esnasında kişinin dikkatinin dağılmaması, soru sayısının arttırılması, puanlama esnasında objektiflik bu yollardan bazılarıdır (Baki, 2008).

Bu araştırmada araştırma yöntemi, araştırma modeli, çalışma grupları, verilerin toplanması bu verilerden çıkarılan bulgu ve sonuçlar bölümlerine ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada doğrudan alıntılara yer verilerek araştırmanın güvenirliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

### **3.4. Verilerin Analizi**

Bu araştırmada öğretmen adaylarının veri toplama aracı olarak kullanılan Kelime İlişkilendirme Testine verdiği cevaplar içerik analiz yöntemi ile teker teker incelenmiş, verilen anahtar kelimeyi çağrıştıran kelimeler alfabetik sıraya konularak frekanslarını belirten

tablolar oluşturulmuştur. Ayrıca en fazla tekrar edilen kelimelere dikkat edilerek buna uygun kavram ağları oluşturulmuştur.

İçerik analizi, yazılı bilgilerin incelenip sayısal verilere dönüştürülerek bu verilerden gerçek bir bilgiye ulaşmayı hedefleyen bilimsel bir yöntemdir. Bu yöntem psikoloji, sosyoloji, ekonomi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle net sonuçlara ulaşılmak istendiğinde bu yöntem kullanılır (Aktaş, 2015). İçerik analizi yöntemi ile elde edilen veriler aracılığı ile yeni kavramlara ve kavramlar arası ilişkilere ulaşılmaya çalışılır. Bu yöntemde veriler derin bir şekilde incelenir, hedeflenen kavram ve konulara ulaşılmaya çalışılır. İçerik analiz yönteminde verilerin kodlanması, temaların bulunması, kodların ve temaların organizasyonu, bulguların tanımlanması ve yorumlanması olmak üzere toplam dört aşama vardır (Gündüz, 2015). Son aşamada veriler araştırmayı inceleyen kişilerin anlayabileceği bir şekilde yorumlanır (Güzel, 2015).

İçerik analizi verilerin sınıflandırılması, kategorilere ayrılması ve ne sıklıkta kullanıldığını ölçen bir yöntemdir (Bal, 2016). Bu araştırmada belirli kavramlar belirli bir çatı altında toplanarak, gruplandırılarak ilişkilendirilmeye çalışıldığı için araştırma tarama modelinde yapılmış değerlendirme aşamasında içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinden sonra anahtar kavrama karşılık yazılan kelimelerin frekansları belirlenmiş ve bu frekansların bulunduğu tablolar oluşturulmuştur. Bu frekans tablolarından yararlanılarak ve Kesme Noktası (KN) tekniği kullanılarak bu kavrama ilişkin kavram ağları oluşturulmuş ve öğretmen adaylarının bilişsel yapısı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu tekniğe göre anahtar kelimeyi çağrıştıran kelimelerden en çok tekrar edenin frekansının 3-5 sayı kadar aşağısı alınarak kesme noktası bulunur. Bu frekansın üstündeki frekanslara sahip olanlar kavram ağının ilk kısmına yazılır. Daha sonra kesme noktası belirli aralıklarla aşağıya indirilir. Bu indirme işlemi gerekli görülen kelimeler kavram ağına yerleşinceye kadar devam eder (Ültay, 2014). Ayrıca örneklemden öğrenci sayısının az olması durumunda en çok tekrar eden kelimenin frekansının 2 aşağısı alınarak da kesme noktası seçilebilir (Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu, 2012).

Kelime ilişkilendirme testi analiz edilirken kavram ağlarının oluşturulabilmesi için Kesme Noktası (KN) tekniği kullanılmıştır. Bunun için öncelikle verilen anahtar kavram için kaç defa hangi kelimenin kullanıldığını gösteren frekans tabloları oluşturulmuştur. Bu tablolar aracılığı ile kesme noktaları belirlenmiş ve kavram ağları oluşturulmuştur.

Bu araştırmada verilen “Trigonometri” anahtar kavramına göre hazırlanan frekans tablosuna göre kesme noktaları 140 ve üstü, 139-120, 119-100, 99-80, 79-60, 59-40, 39-20, 19-0 şeklinde oluşturulmuştur.

## 4.BÖLÜM

### BULGULAR ve YORUMLAR

Bu bölümde araştırmaya katılan öğretmen adaylarının “Trigonometri” anahtar kelimesine verdikleri cevaplar incelenmiş ve bu kavramla ilgili elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu bölümde Trigonometri kavramına ilişkin frekans değerlerini belirten tablolar ve kavram ağları, matematik öğretmen adayları tarafından oluşturulan şekil ve resim incelemeleri ile kurulan cümlelerin analiz sonuçları bulunmaktadır.

#### **4.1. Trigonometri Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Frekans Tablosu ve Kategoriler**

Araştırmaya göre öğretmen adaylarının “Trigonometri” kelimesine ilişkin bilişsel yapıları incelendiğinde bu anahtar kavrama karşılık 119 cevap kelime verdikleri görülmüştür. Bu cevap kelimeler kullanılarak toplamda 20 kategori oluşturulmuştur.

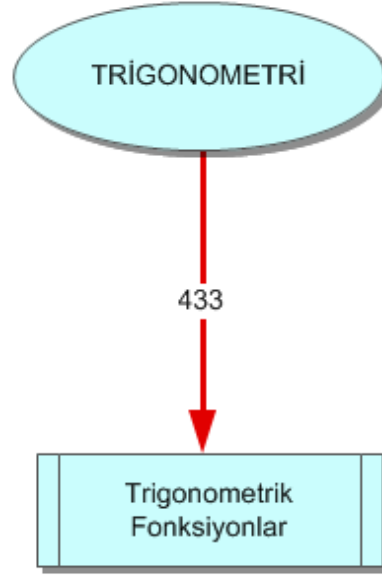
#### 4.1.1. Kesme Noktası 140 ve Üzeri Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları

**Tablo-1: Kesme Noktası 140 ve Üzeri Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler**

Kategori ve frekansları	Kelimeler ve frekansları	Toplam frekans
	Cosinüs - (105)	
	Sinüs - (104)	
	Tanjant - (81)	
	Cotanjant - (62)	
	Fonksiyon - (39)	
	Sekant - (13)	
	Kosekant - (12)	
<b>TRİGONOMETRİK FONKSİYONLAR</b>		<b>433</b>
	Tanım Kümesi-Değer Kümesi - (4)	
	Trigonometrik Fonksiyonlar - (4)	
	Tanımlı Tanımsız Noktalar - (3)	
	Çift Tek Fonksiyon - (3)	
	0-2 pi Aralığı - (2)	
	Tanım Aralığı - (1)	

Araştırma sonuçları incelendiğinde cevap kelimelerden 13 tanesi Trigonometrik Fonksiyonlar başlığı altında toplanmış ve bu kategori çalışmanın en yüksek frekanslı kategorisi olmuştur. Şekil- 9’ da verilen anahtar kavramlara ilişkin 140 ve üzeri kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

**Şekil- 8: Kesme Noktası 140 ve Üzerine Göre Oluşturulmuş Kavram Ağı**



Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesine verilen cevap kelimeler incelendiğinde “Tanım Aralığı”, “Tanım Kümesi- Değer Kümesi”, “Tanımlı-Tanımsız Noktalar”, “Fonksiyon”, “Cosinüs”, “Sinüs”, “Cotanjant”, “Tanjant”, “Kosekant”, “Sekant”, “Çift-Tek Fonksiyon” “ $0-2\pi$  aralığı” ve “Trigonometrik Fonksiyonlar” şeklinde cevap kelimeler verdikleri görülmüş ve bu kelimeler “Trigonometrik Fonksiyonlar” kategorisi altında toplanmıştır. Şekildeki kavram ağına göre “Trigonometri” anahtar kavramı ile “Trigonometrik Fonksiyonlar” ın ilişkilendirildiği görülmektedir. 17. yüzyıldan bu yana analiz ve fizik çalışmalarının merkezinde yer alan “Trigonometrik Fonksiyonlar” (Tarhan, 2007) bu çalışmada frekans değeri en yüksek olan kategoridir.

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Fonksiyon” kelimesinin ilişkilendirildiği görülmüştür ve bu ifade ile “Trigonometrik Fonksiyonlar” kastedilmiş olabilir. Trigonometrinin önemli konularından olduğu için “Trigonometri” ile “Trigonometrik Fonksiyonlar” ilişkilendirilmiş olabilir. Matematik öğretmen adaylarının anahtar kelimeye verdikleri cevaplar incelendiğinde “Sinüs”, “Cosinüs”, “Tanjant”, “Cotanjant”, “Fonksiyon”, “Kosekant”, “Sekant” kelimelerinin en fazla tekrar eden kelimeler olduğu görülmüştür. Araştırmada “Sinüs” ve “Cosinüs” kelimelerinin frekans değerlerinin “Tanjant”, “Cotanjant”, “Sekant” ve “Kosekant” kelimelerinin frekans değerlerine göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak “Tanjant”, “Cotanjant”, “Kosekant” ve “Sekant” fonksiyonlarının “Sinüs” ve “Cosinüs” fonksiyonlarına dayanılarak anlatılması ve bu şekilde

zihne kodlanması olabilir. Bu cevap kelimeler içerisinde en az tekrar eden kelimelerin ise “Sekant” ve “Kosekant” olduğu görülmüştür. Bunun nedeni öğrencilerin herhangi bir problem durumunda “Sekant” ve “Kosekant” fonksiyonlarını “Sinüs” ve “Cosinüs” fonksiyonlarına çevirme ihtiyacından kaynaklı veya diğer fonksiyonlardaki gibi kendilerine ait formüllerinin yeterince bulunmamasından kaynaklı olabilir.

“Trigonometri” anahtar kelimesinin “Tanımlı-Tanımsız Noktalar” ile ilişkilendirildiği görülmüştür. “Tanjant” fonksiyonunun, “Cosinüs” fonksiyonunun sıfır olduğu yerlerde ve “Cotanjant” fonksiyonunun, “Sinüs” fonksiyonunun sıfır olduğu yerlerde ifadelerinden kaynaklı tanımsız olduğu noktalar mevcuttur ve öğrencilerin ilişkilendirmesi bu durumdan kaynaklı olabilir.

“Trigonometri” anahtar kavramı ile “Çift-Tek Fonksiyon” ilişkilendirilmiştir. Grafiği y eksenine göre simetrik olan fonksiyonlar çift, grafiği orijine göre simetrik olan fonksiyonlar ise tek fonksiyonlardır. Cosinüs, Sinüs, Tanjant, Cotanjant fonksiyon grafikleri çizildiğinde Cosinüs fonksiyonunun çift fonksiyon, Sinüs, Tanjant, Cotanjant fonksiyonlarının ise tek fonksiyon oldukları görülür ve bu bilgilerden kaynaklı ilişkilendirme yapılmış olabilir.

“Trigonometri” anahtar kavramı ile “Tanım-Değer Kümesi” ve “Tanım Aralığı” cevap kelimelerinin ilişkilendirilme sebebi Sinüs, Cosinüs gibi trigonometrik fonksiyonların tanım ve değer kümesi aralığının belirli olmasından kaynaklı olabilir. Sinüs ve Cosinüs fonksiyonlarının tanım kümesi tüm reel sayılar olup değer kümesi  $[-1,1]$  aralığıdır. Buna karşılık Tanjant fonksiyonunun tanım kümesi  $\mathbb{R}-\{\pi/2+k.\pi, k \in \mathbb{Z}\}$ , değer kümesi Reel Sayılar, Cotanjant fonksiyonunun tanım kümesi  $\mathbb{R}-\{k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$ , değer kümesi Reel Sayılardır.

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “ $0-2\pi$  aralığı” cevap kelimesininin ilişkilendirilme sebebi Trigonometrik fonksiyonların belirtilmesinde birim çembere ihtiyaç duyulması ve birim çemberinde  $0-2\pi$  aralık incelemesinin yapılması olabilir.

**4.1.2. Kesme Noktası 139-120 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları**

**Tablo-2: Kesme Noktası 139-120 Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler**

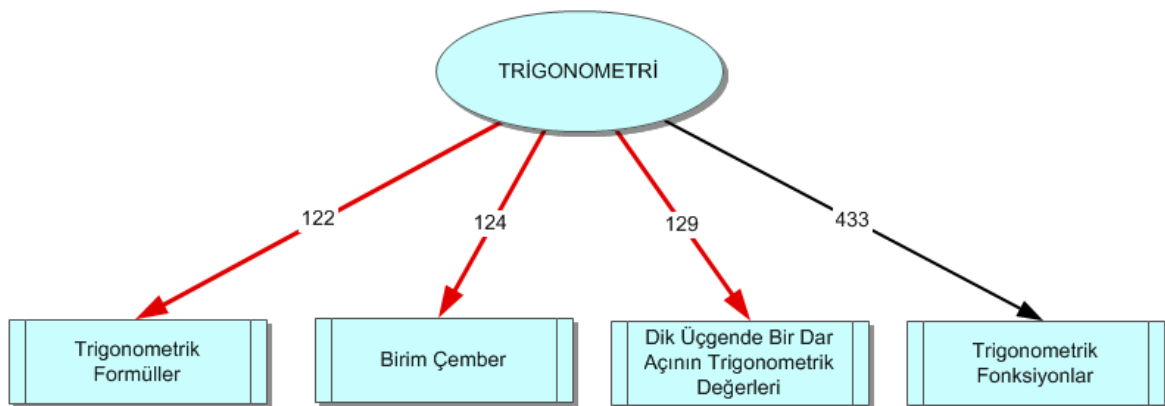
Kategori ve frekansları	Kelimeler ve frekansları	Toplam frekans	
	Dik Üçgen- Dik Üçgen Bağlantıları - (30)		
	Hipotenüs- Hipotenüs Teoremi - (20)		
	Komşu Kenar - (15)		
	Karşı Kenar - (12)		
	Pisagor - (11)		
	Oran - Orantı - (10)		
	$30^\circ - 45^\circ - 60^\circ - 90^\circ$ - (7)		
	Özel Üçgen- Özel Üçgen Değerleri - (6)		
<b>DİK ÜÇGENDE BİR DAR AÇININ TRİGONOMETRİK DEĞERLERİ</b>	Dar Aç-Dik Aç - (5)	<b>129</b>	
	Dik Kenar - (3)		
	Değer - (3)		
	Diklik - (2)		
	Öklid Bağlantısı - (2)		
	$\tan 45^\circ = 1$ - (1)		
	Dikme - (1)		
	Kenar Aç İlişkisi - (1)		
	Birim çember - (46)		<b>124</b>
	Pi - (27)		
	Koordinat Ekseni - (19)		
	Çember - (12)		
	Esas Ölçü - (11)		
	Ordinat - (2)		
<b>BİRİM ÇEMBER</b>	Apsis - (2)		

	Pozitif- Negatif - (2)	
	Pi Fonksiyonu - (2)	
	Analitik - (1)	
<hr/>		
	Yarım Aç Formülleri - (47)	
	Dönüşüm - (23)	
	Formül - (22)	
	Toplam Fark Formülleri - (17)	
<b>TRİGONOMETRİK FORMÜLLER</b>		<b>122</b>
	Tam Aç Formülleri - (6)	
	Ters Dönüşüm Fonksiyonu - (5)	
	Açı ve Formül Dönüşümleri - (1)	
<hr/>		

Araştırma sonuçları incelendiğinde cevap kelimelerden 124 tanesi “Birim çember” kategorisi, 122 tanesi “Trigonometrik formüller” kategorisi, 109 tanesi de “Açı” kategorisi altında toplanmıştır

Şekil-10’ da “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin 139-120 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

**Şekil - 9 : Kesme Noktası 139-120 Aralığı Eklenerek Oluşturulmuş Kavram Ağı**



Bu kavram ağına “Dik Üçgende Bir Dar Açının Trigonometrik Değerleri”, “Birim Çember” ve “Trigonometrik Formüller” olmak üzere 3 yeni kategori daha eklenmiştir.

Şekildeki kavram ağında da görüldüğü gibi “Dik Üçgende Bir Dar Açının Trigonometrik Değerleri” 129 frekansla ikinci en yüksek frekanstaki kategori olmuştur. Bu kategori içerisinde “Kenar Açılış”, “Dik Üçgen-Dik Üçgen Bağlıları”, “Dik Kenar”, “Diklik”, “Dikme”, “Karşı Kenar”, “Komşu Kenar”, “Özel Üçgen-Özel Üçgen Değerleri”, “30° – 45° – 60° – 90°”, “ $\tan 45^\circ = 1$ ”, “Oran-Orantı”, “Dar Açılış-Dik Açılış”, “Öklid Bağlılığı”, “Pisagor”, “Hipotenüs- Hipotenüs Teoremi” ve “Değer” cevap kelimeleri verilmiştir.

“Trigonometri” dik üçgenlerin kenar uzunlukları ve bu kenar uzunluklarının oranları ile ilgilidir (Örnek, 2007). Bir açının trigonometrik değeri bilindiğinde diğer trigonometrik oranlar dik üçgen kullanılarak bulunabilir (Güntekin, 2010). Bu ifadelerden de kaynaklı “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Dik Üçgende Bir Dar Açının Trigonometrik Değerleri” kategorisinin ilişkilendirildiği görülmüştür. Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Kenar Açılış”, “Dik Üçgen-Dik Üçgen Bağlıları”, “Dik Kenar”, “Diklik”, “Dikme”, “Karşı Kenar”, “Komşu Kenar”, “Özel Üçgen-Özel Üçgen Değerleri”, “30° – 45° – 60° – 90°”, “ $\tan 45^\circ = 1$ ” ve “Oran-Orantı” cevap kelimelerinin ilişkilendirilme sebebi Trigonometri konusunda bazı ifadeler ve işlemler için dik üçgenin kullanılması olabilir. “Sinüs”, “Cosinüs”, “Tanjant” ve “Cotanjant” fonksiyonlarının dik üçgenlerden yararlanılarak ifadeleri açıklanmaktadır.  $\text{Cosinüs} = \frac{\text{komşu}}{\text{hipotenüs}}$ ,  $\text{Sinüs} = \frac{\text{karşı}}{\text{hipotenüs}}$ ,  $\text{Tanjant} = \frac{\text{karşı}}{\text{komşu}}$ ,  $\text{Cotanjant} = \frac{\text{komşu}}{\text{karşı}}$  gibi ifadelerden kaynaklı bu cevap anahtar kelimeleri verilmiş olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Oran-Orantı” kelimesinin ilişkilendirilme sebebi “Derece”, “Radyan” ve “Grad” dönüşümleri de olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Dar Açılış-Dik Açılış” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi dik üçgende 30-60-45 gibi belirli dar açılışların trigonometrik değerlerinin bulunabilmesinden kaynaklı olabilir. Bu dar açılışların trigonometrik değerleri bilindiğinde diğer açılışların (120-150-135 gibi) da trigonometrik değerleri bulunabilir. Verilen bir açı “Trigonometri” konusunda düşünüldüğü zaman bu açının trigonometrik değeri çağrışım yapmaktadır. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Değer” cevab kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Özel Üçgen-Özel Üçgen Değerleri” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi verilen herhangi bir soruda kenar ölçülerinden dik üçgene geçilip daha sonra trigonometrik oranların bulunabilmesi, ikizkenar üçgenlerden yararlanılarak da trigonometri sorularının çözülebilmesi olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “30° – 45° – 60° – 90°” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi

Trigonometride belli başlı ana değerler üzerinden işlemlerin yapılabilmesi olabilir. Örneğin  $45^\circ$  ve  $30^\circ$  değerlerinin trigonometrik oranlarının bilinmesi “ $\sin 75^\circ$ ” değerini de bilinir duruma getirecektir.

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesine verilen cevaplar incelendiğinde bazı cevapların “Hipotenüs” bazı cevapların “Hipotenüs Teoremi” olduğu görülmüştür. Böyle bir teorem olmamasına rağmen bu ifadenin kullanması “Hipotenüs” uzunluğunun “Pisagor Teoremi” aracılığı ile bulunması ve bu yönde algı yanılgısının oluşmasından kaynaklı olabilir.

Bir dik üçgen kullanılarak “Pisagor Bağıntısı” nın “Cosinüs Teoremi” nin özel hali olduğu rahatlıkla görülebilir (Tuna, 2011). Ayrıca birim çemberde “Pisagor Teoremi” kullanılarak  $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$  formülü elde edilebilir. Bu durumlar “Trigonometri ile “Pisagor” kelimesinin ilişkilendirilme sebebi olabilir.

“Öklid Bağıntısı” nın “Dik Üçgen” de tabana ait yükseklik ve ayırdığı parçalar arasındaki ilişkiyi açıklamasından (Tatar ve Kağızmanlı, 2015) kaynaklı “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Öklid Bağıntısı” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir.

1960 yıllarının başında Trigonometri öğretiminde alternatif bir yöntem olarak uygulanmaya başlanan ve Trigonometrinin kavramsal öğretiminde önemli bir yere sahip olan “Birim Çember” (Güntekin ve Akgün, 2011) şeklindeki kavram ağında da görüldüğü gibi 124 frekansla üçüncü en yüksek frekanstaki kategori olmuştur.

Bu kategorideki cevap kelimeler incelendiğinde “Birim Çember”, “Çember”, “Koordinat Ekseni”, “Esas Ölçü”, “Pi” ve “Periyot” cevap kelimelerinin “Analitik”, “Ordinat”, “Pozitif- Negatif”, “Esas Periyot” ve “Pi Fonksiyonu” cevap kelimelerine göre daha sık tekrar ettiği görülmüştür.

“Trigonometri” anahtar kavramına “Birim Çember” cevap kelimesinin verilmesinin sebebi Trigonometri öğretiminde birim çemberin kullanılması olabilir. Birim çember aracılığı ile “Sinüs”, “Cosinüs”, “Tanjant”, “Cotanjant”, “Kosekant” ve “Sekant” fonksiyonları görsel bir şekilde zihine yerleşebilir. Dik üçgen aracılığı ile sadece 0 dan büyük  $\pi/2$  den küçük açılar anlamlandırılabilirken birim çemberde  $2\pi$  den büyük açılar bile anlamlandırmak mümkündür. Ayrıca birim çember içerisinde Pisagor Teoremini de barındırmaktadır.

Öğrencilerin “Trigonometri” anahtar kavramı ile “Çember” cevap kelimesini ilişkilendirmesinin sebebi “Çember” kelimesini, “Birim Çember” olarak düşünmesinden kaynaklı olabilir ya da trigonometri sorularının bir kısmının çemberler aracılığı ile sunulmasından kaynaklı olabilir. Öğrencilerin bu ilişkilendirmesi sinüs teoreminin ifadesi

olan “Bir üçgende herhangi bir kenar ile o kenarı gören açının sinüs değerinin oranı sabittir ve bu sabit çevrel çemberin çapıdır” ifadesinden de kaynaklı olabilir.

Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Analitik” cevap kelimesinin ilişkilendirilmesinin sebebi Trigonometride birim çembere ihtiyaç duyulması veya eğimi belli iki doğrunun arasındaki açının (tanjant) bulunması olabilir.

Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Koordinat Eksen”, “Apsis” ve “Ordinat” cevap kelimelerinin ilişkilendirilmesinin sebebi “Herhangi bir  $\alpha$  açısının birim çemberi kestiği noktanın apsisine cosinüs, ordinatına sinüs denir” ifadesi olabilir.

Trigonometri analitik düzlemde birim çember aracılığı ile ifade edilip  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$  aralıklarında incelemesi yapılmakta, yine açının esas ölçüsü birim çember aracılığı ile  $2\pi$  kullanılarak bulunmaktadır. Bu durumlardan kaynaklı “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Pi” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir. Trigonometri konusu ile ilişkili “Pi Fonksiyonu olmamasına rağmen araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Pi Fonksiyonu” cevap kelimesi ilişkilendirilmiştir. “ $\varphi(n)$ , n’den küçükeşit ve n ile aralarında asal (yani n ile en büyük ortak böleni 1 olan) pozitif sayıların sayısıdır (Kıral, 2004, s39). Bu ifade Euler’in fi fonksiyonu ile ilişkili olup “Pi fonksiyonu” cevap kelimesini çağrıştırmış olabilir.

Bir açının trigonometrik oranlarından birisi bilindiğinde, diğer trigonometrik oranlar bulunurken genelde dik üçgene başvurulmakta ve açının hangi bölgede olduğuna dikkat edilmemektedir. Buda soruya yanlış cevap vermeyi beraberinde getirmektedir. Bunun önüne geçebilmek için açının bölgesine dikkat edilip o bölgede açının sinüs, cosinüs, tanjant, cotanjant değerlerinde hangi işareti aldığı önemszenmelidir. Verilen anahtar kelime ile “Pozitif- Negatif” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu durumdan kaynaklı ya da sinüs, cosinüs, tanjant, cotanjant fonksiyonlarının birim çemberde bölge bazlı işaret incelemesinin yapılmasından kaynaklı olabilir.

Öğretmen adaylarının “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Esas Ölçü” cevap kelimesini ilişkilendirmesinin sebebi verilen herhangi bir açının trigonometrik değerinin bulunabilmesi için öncelikle o açının esas ölçüsünün bulunmasının gerekliliği olabilir.  $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$  olmak üzere  $\theta = \alpha + k.360^\circ$  ( $k \in Z$ ) ifadesindeki  $\alpha$  açısı  $\theta$  açısının esas ölçüsüdür ve bu esas ölçüyü bulabilmek için birim çemberden faydalanılır.

Araştırmada verilen cevaplar incelendiğinde “Trigonometri” anahtar kelimesi ile ilişkili olduğu düşünülen cevap kelimelerin bazıları “Trigonometrik Formüller” kategorisi altında toplanmıştır. “Trigonometri” anahtar kelimesi “Açı ve Formül Dönüşümleri”, “Dönüşüm”, “Dönüşüm Formülleri”, “Formül”, “Ters Dönüşüm Fonksiyonu”, “Tam Açı

Formülleri”, “Yarım Açı Formülleri” ve “Toplam Fark Formülleri” cevap kelimeleri ile ilişkili bulunmuş ve bu cevap kelimeler “Trigonometrik Formüller” kategorisi altında toplanmıştır.

Matematiğin birçok konusu gibi “Trigonometri” konusu da anlaşılması güç olan konulardan biridir ve Trigonometri konusunun formüllerden oluşması bu durumun en büyük etkenlerinden biridir (Örnek, 2007). “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Formül” cevap kelimesinin ilişkilendirilmesinin sebebi “Trigonometri” konusunun formül ağırlıklı bir konu görülmesi olabilir. “Açı ve Formül Dönüşümleri”, “Toplam-fark formülleri”, “Yarım Açı Formülleri” ve “Dönüşüm Formülleri” cevap anahtar kelimelerinin “Trigonometri” ile ilişkilendirilme sebebi de bundan kaynaklı olabilir.

“Toplam-fark formülleri”, “Yarım Açı Formülleri” ve “Dönüşüm Formülleri” ni oluşturmada kullanılır. Kendisinden sonra gelenlere birçok astronomi, fizik ve trigonometri bilgisi bırakan İbn’i Yunus bugünkü dönüşüm formüllerini, Ebul Vefa ise yarım açı formüllerini bulmuştur (Akgün, 2010). İlgili araştırmalar incelendiğinde “Toplam Fark formülleri” ile “Dönüşüm Formüllerinin” karıştırıldığı görülmektedir ve bu karışıklık da öğrencilerin Trigonometri konusunda zorlanmalarına sebep olmaktadır.

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Tam Açı Formülleri” nin ilişkilendirildiği görülmüştür. Trigonometride “Tam Açı Formülleri” diye bir kavram olmamakla birlikte bu ilişkilendirme “Yarım Açı Formülleri” nin tanımından kaynaklı olabilir.  $\sin 2x = 2 \sin x \cos x$ ,  $\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$ ,  $\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$ ,  $\cot 2x = \frac{\cot^2 x - 1}{2 \cot x}$  yarım açı formüllerinden de görüldüğü gibi bu formüller “Tam Açı Formülü” olarak da düşünülmüş olabilir.

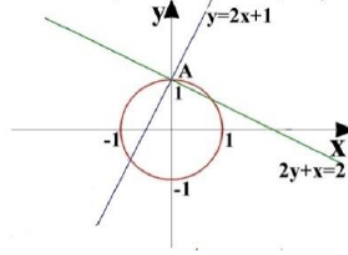
“Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Ters Dönüşüm Fonksiyonu” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olup bu ilişkilendirme “Ters Trigonometrik Fonksiyonlar” ve “Ters Dönüşüm Formülleri” ifadelerinden kaynaklı olabilir. Bu ikisinin çağrışım yapmasından kaynaklı “Trigonometri” ile “Ters Dönüşüm Fonksiyonu” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir.

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Dönüşüm” kelimesi ilişkilendirilmiştir. Buradaki “Dönüşüm” kelimesinden kasıt “Dönüşüm Formülleri” ya da denklem sistemlerini çözebilmek için uygulanan dönüşümler olabilir. Aşağıda Doğan, A. ve Abdildeva, E. (2013) nin çalışmasında alınan bir denklem sistemi ve çözümü için uygulanan “Dönüşüm” işlemi verilmiştir.

## Şekil- 10: Dönüşüm

Etkinlik.1:  $\sin\theta - 2\cos\theta = 1$   
 $2\sin\theta + \cos\theta = 2$  sisteminin çözüm kümesini bulunuz.

Burada;  $x = \cos\theta, y = \sin\theta$  dönüşümlerini yapalım.  
 $y - 2x = 1, 2y + x = 2, x^2 + y^2 = 1$  denklemleri oluşur. Bu eşitliklere ait grafikleri çizelim.



Şekil 4. Etkinlik.1. in Çözüm Grafiği

Her üç grafiğin de  $A(0,1)$  noktasında kesiştiği görülüyor. A noktasına karşılık gelen açının esas ölçüsü  $\frac{\pi}{2}$  radyandır. Çözüm kümesi  $\mathcal{C} = \{\frac{\pi}{2} + 2k\pi\}, (k \in \mathbb{Z})$  olur.

Kaynak: Doğan ve Abdildaeva (2013).

### 4.1.3. Kesme Noktası 119-100 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları

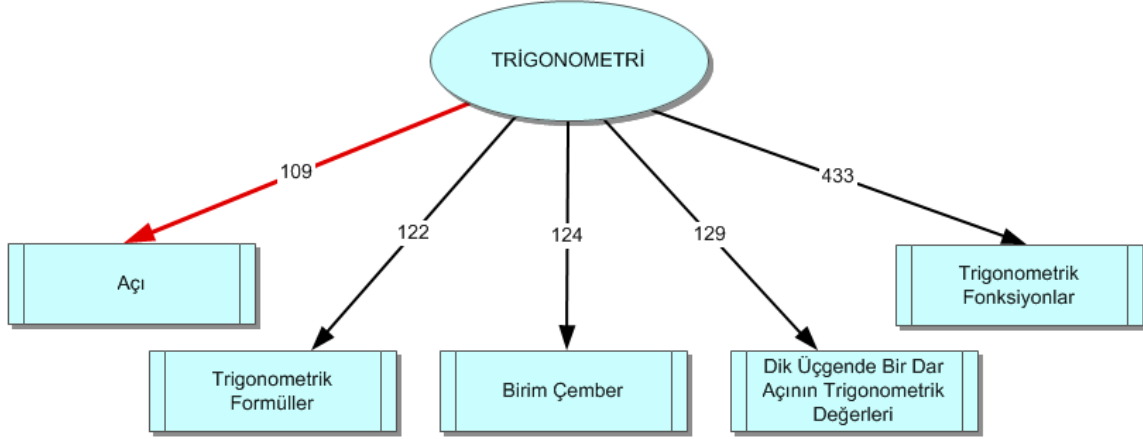
Tablo-3: Kesme Noktası 119-100 Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler

Kategori ve frekansları	Kelimeler ve frekansları	Toplam frekans
AÇI	Açı Değeri - (97)	109
	Ters Açı - (5)	
	Alfa - (3)	
	Açı Ölçüleri - (2)	
	Beta - (2)	

Araştırma sonuçları incelendiğinde Trigonometri anahtar kelimesine verilen cevap kelimelerden 109 tanesi “Açı” kategorisi altında altında incelenmiştir.

Şekil- 11’ de “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin 119-100 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

**Şekil- 11: Kesme Noktası 119-100 Aralığı Eklenerek Oluşturulmuş Kavram Ağı**



Araştırmada verilen cevaplar incelendiğinde “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Açı Değeri”, “Açı Ölçüleri”, “Ters Açı”, “Alfa” ve “Beta” cevap kelimelerinin ilişkilendirildiği görülmüştür ve bu kelimeler şekildeki kavram ağında da görüldüğü gibi “Açı” kategorisi altında toplanmıştır.

“Trigonometri” bir dik üçgenin açıları ve kenarları arasındaki ilişkiler olarak algılanmaktadır (Örnek, 2007). Bu yüzden “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Açı” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir. “Trigonometri ile “Açı Değeri” cevap kelimesi ile ilişkilendirilmesinin sebebi açının trigonometrik değere sahip olmasından kaynaklı olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Açı Ölçüleri” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi açıların dar, dik ve geniş olmalarına göre trigonometrik oranlarının ve işaretlerinin değişmesi olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Açı Değeri” ve “Açı Ölçüleri” cevap kelimelerinin ilişkilendirilmesi açının sembolik gösterimleri olan “Alfa” ve “Beta” cevap anahtar kelimelerini çağrıştırmış olabilir. Ters açıların birbirine eşit olması trigonometrik oranlarının eşit olması sonucunu da beraberinde getirecektir. Bu sebeple “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Ters Açı” kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir. Birbirini  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  ye tamamlayan açılarda trigonometrik fonksiyonun isminin değişmesi eğer gerek varsa işaretinin değişmesi, birbirini  $180^\circ$  ve  $360^\circ$  ye tamamlayan açılarda ise fonksiyonun isim olarak aynı

kalmaması eğer gerek varsa fonksiyonun işaretininin değişmesi “Ters Açı” kelimesini de çağrıştırmış olabilir.

#### 4.1.4. Kesme Noktası 99-80 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları

Araştırma sonuçları incelendiğinde bu frekans aralığına giren kelime bulunamamıştır.

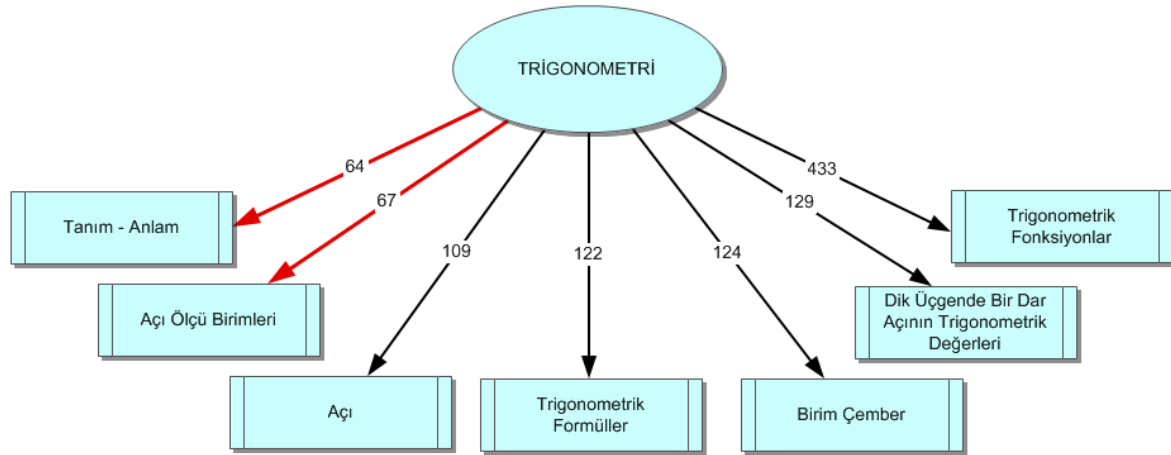
#### 4.1.5. Kesme Noktası 79-60 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları

**Tablo-4: Kesme Noktası 79-60 Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler**

Kategori ve frekansları	Kelimeler ve frekansları	Toplam frekans
AÇI ÖLÇÜ BİRİMLERİ	Derece - (37)	67
	Radyan - (22)	
	Grad - (8)	
TANIM - ANLAM	Üçgen - (47)	64
	Eğim - (14)	
	Açıya Karşılık Gelen Değer - (1)	
	Üç - (1)	
	Metre - (1)	

Şekil- 12’ de “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin 79-60 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil- 12 : Kesme Noktası 79-60 Aralığı Eklenerek Oluşturulmuş Kavram Ağı



Bu kavram ağına “Açı Ölçü Birimleri” ve “Tanım-Anlam” olmak üzere iki kategori daha eklenmiştir.

Araştırmada verilen cevaplar incelendiğinde “Açı Ölçü Birimleri” kategorisinde “Grad”, “Derece”, “Radyan” cevap kelimelerinin olduğu görülmektedir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Grad”, “Derece”, “Radyan” cevap kelimelerinin ilişkilendirilemesinin sebebi “Açı Ölçü Birimleri” nin “Trigonometri” konusunda yer almasından, açı ölçü birimlerini birbirine çevirme işleminden, yarıçapı ve yay uzunluğu verilen bir çemberde yayı gören merkez açının yaklaşık değeri bulunurken kullanılmasından kaynaklı olabilir. Çember yayını 360 eş parçaya böldüğümüzde bu parçalardan herbirini gören merkez açının ölçüsü 1 derece olarak, 400 eş parçaya böldüğümüzde bu parçalardan herbirini gören merkez açının ölçüsü ise 1 grad olarak, yarıçap uzunluğuna eşit uzunlukta bir yayı gören merkez açının ölçüsü ise 1 radyan olarak tanımlanır. Bir çemberde bir merkez açının gördüğü yayın uzunluğunun çemberin yarıçap uzunluğuna oranı bu açının “Radyan” cinsinden değerini verir.

“Açı ölçü birimleri” ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde özellikle “Radyan” kavramı ile ilgili birçok kavram yanlışlarının mevcut olduğu görülür. Örneğin öğrenciler  $1 \text{ radyan} = 180^\circ$  eşitliğinin olduğunu sanmaktadırlar ve radyan konusu ile ilgili soru çözümlerinde  $\pi$  görülen yere 180 yazmaktadırlar. Halbuki “Derece”, “Grad” ve “Radyan” dönüşümlerindeki  $\pi$  yaklaşık değeri 3,14 olan  $\pi$  dir ve  $1 \text{ radyan} = 180^\circ$  değil  $\pi \text{ radyan} = 180^\circ$  dir (Akbaş, 2008).

“Tanım-Anlam” kategorisinde “Açıya Karşılık Gelen Değer”, “Üçgen”, “Üç”, “Eğim” ve “Metre” cevap kelimeleri bulunmaktadır. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Açıya Karşılık Gelen Değer” cevap kelimesinin ilişkilendirilmesinin sebebi herhangi bir

trigonometrik fonksiyon ve açı birleştiğinde bireyin onu sayısal olarak anlamlandırma ihtiyacından kaynaklı olabilir. Örneğin  $\sin 30^\circ$  denildiğinde  $\frac{1}{2}$  cevabı çağrışım yapmaktadır.

“Trigonometri” kelimesi “trigonon: üçgen” ve “metria: ölçü” anlamlarına gelen iki kelimenin birleşmesinden meydana geldiği (Örnek, 2007) için bu kelime “Üç”, “Üçgen” ve “Metre” cevap kelimeleri ile ilişkilendirilmiş olabilir. “Trigonometri” konusunun üçgen ve üçgenin kenar uzunlukları arasındaki oranlarla ilişkili olması “Üçgen” cevap kelimesinin diğer kelimelere göre frekansını artırmış olabilir.

Araştırmada verilen cevaplar incelendiğinde “Eğim” cevap kelimesi “Tanım-Anlam” kategorisi altında incelenmiş “Trigonometri” ile ilişkisi kaydedilmiştir. Doğru eğimlerinin hesaplanmasında kullanılan iki yaygın yöntem vardır. Bunlardan ilki noktaların koordinatları belirlendikten sonra iki noktadan geçen doğrunun eğimi kuralı, ikincisi ise şekil üzerinden y eksenindeki değişim miktarının x eksenindeki değişim miktarına oranlanması ile ilgilidir ve bu ifadeler “tanjant” fonksiyonunun tanımı ile ilişkilidir (Delice, Karaaslan, 2015). Cebir ve geometri konuları arasında ilişki kurulmasına katkı sağlayan “Eğim” konusu Trigonometri konusunda önemli bir yere sahiptir.

#### 4.1.6. Kesme Noktası 59-40 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları

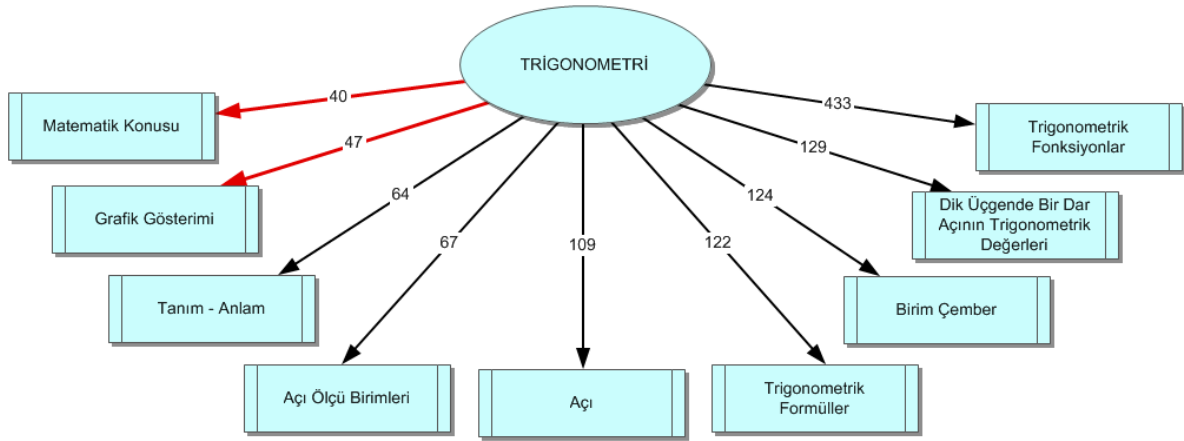
**Tablo-5: Kesme Noktası 59-40 Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler**

Kategori ve Frekansları	Kelimeler ve Frekansları	Toplam Frekans
<b>GRAFİK GÖSTERİMİ</b>	Grafik - (20)	<b>47</b>
	Periyot - (19)	
	Eğri - (5)	
	Esas Periyot - (2)	
	Fonksiyon Grafiği - (1)	
<b>MATEMATİK KONUSU</b>	Ezber - (5)	<b>40</b>
	Sınav - (2)	
	Cebir - (2)	
	LYS-MAT2 - (5)	
	Matematik - (22)	
	11.Sınıf - (1)	
	10.Sınıf - (1)	
Sevilmeyen Konu - (2)		

Araştırma sonuçları incelendiğinde Trigonometri anahtar kelimesine verilen cevap kelimelerden 47 tanesi “Grafik Gösterimi” kategorisi altında, 40 tanesi ise “Matematik Konusu” kategorisi altında incelenmiştir.

Şekil- 13’ te “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin 59-40 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil- 13 : Kesme Noktası 59-40 Aralığı Eklenerek Oluşturulmuş Kavram Ağı



Bu kavram ağına “Grafik Gösterimi” ve “Matematik Konusu” olmak üzere iki kategori daha eklenmiştir.

“Grafik Gösterimi” kategorisinde “Eğri”, “Grafik”, “Fonksiyon Grafiği”, “Periyot”, “Esas Periyot” cevap kelimeleri bulunmaktadır. Trigonometri konusu içerisinde Trigonometrik fonksiyonların grafiği verilmekte olup öğrencilerin “Trigonometri” anahtar kelimesini “Grafik”, “Fonksiyon Grafiği”, “Eğri” ile ilişkilendirmeleri bundan ötürü olabilir.  $f:A \rightarrow B$ ,  $y=f(x)$  fonksiyonunda her  $x$  elemanıdır  $A$  için  $f(x+T)=f(x)$  eşitliğini sağlayan  $T$  reel sayısı varsa  $f$  ye “Periyodik Fonksiyon”,  $T$  ye fonksiyonun “Periyod” u,  $T$  nin en küçük değerine de “Esas Periyot” denir. Trigonometrik fonksiyonların grafiği çizilirken öncelikle fonksiyonun “Esas Periyot” u bulunur. Daha sonra bulunan periyoda uygun aralık seçilip seçilen bu aralıkta fonksiyonun değişim tablosu incelenir. Bu seçilen aralıkta fonksiyonun grafiği çizilir. Son olarak “Esas Periyot” uzunluğu kadar olan aralıklarda grafik aynı şekilde tekrarlanır. Bundan dolayı “Trigonometri” ile “Periyot” ve “Esas Periyot” cevap kelimeleri ilişkilendirilmiş olabilir.

“Matematik Konusu” kategorisinde ise “Ezber”, “Sınav”, “Cebir”, “LYS-Mat2”, “Matematik”, “11.Sınıf”, “10.Sınıf” ve “Sevilmeyen Konu” cevap kelimeleri bulunmaktadır.

İçerisinde “Yarım Açı”, “Dönüşüm” ve “Ters Dönüşüm” formüllerinin de bulunmasından dolayı “Trigonometri” ezbere dayalı bir konu olarak görülmektedir. Bundan dolayı “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Ezber”, “Sevilmeyen Konu” ve “Sınav” kelimeleri ilişkilendirilmiş olabilir. “Trigonometri” konusu hem “Cebir” hemde “Geometri” konularını kapsadığı için “Trigonometri” kelimesi ile “Cebir” ve “Matematik” kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir.

“Trigonometri” konusu 11. sınıf ileri düzey matematik konuları arasında yer almaktadır ve “Trigonometri” konusunun “Yönlü Açılar”, “Trigonometrik Fonksiyonlar”, “İki Açının Ölçülerinin Toplamının ve Farkının Trigonometrik Değeri” ve “Trigonometrik Denklemler” konuları bu dönem içerisinde verilmektedir. “Trigonometri” ile “11.sınıf” ve “LYS-MAT2” cevap kelimelerinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir. Araştırmada “Trigonometri” konusu “10.sınıf” konuları arasında bulunmamasına rağmen “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “10.sınıf” cevap kelimesi ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirmenin sebebi 10.sınıf konularında geometrik şekillerin bulunması ve alan, eğim hesaplamalarında “Trigonometri” konusuna ihtiyaç duyulması olabilir. “Trigonometri” konusu 9.sınıfta “Dik Üçgen ve Trigonometri” başlığı altında işlenmesine rağmen araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “9.sınıf” kelimesi ilişkili bulunmamıştır.

#### 4.1.7.Kesme Noktası 39-20 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları

**Tablo-6: Kesme Noktası 39-20 Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler**

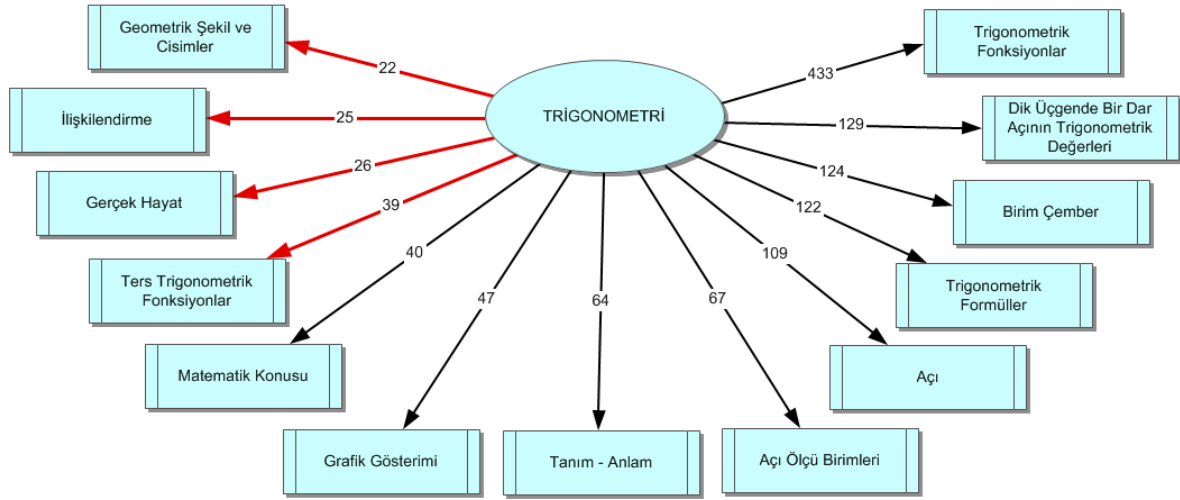
Kategori ve Frekansları	Kelimeler ve Frekansları	Toplam Frekans
<b>TERS TRİGONOMETRİK FONKSİYONLAR</b>	Ters Trigonometrik Fonksiyonlar - (19)	<b>39</b>
	Arctan - (8)	
	Arcsin - (6)	
	Arccot - (4)	
	Arccos - (2)	
<b>GERÇEK HAYAT</b>	Astronomi - (2)	<b>26</b>
	Dalga - (11)	
	Eyfel Kulesi - (2)	
	Gemi - (2)	
	Mısır - (3)	
	Mimarlık-Mimar Sinan - (3)	

	Mühendislik - (1)	
	Aerodinamik - (1)	
	Köprü - (1)	
	İntegral - (8)	
	Türev - (4)	
	Limit-Limit Belirsizlikleri - (3)	
	Uzay - (2)	
<b>İLİŞKİLENDİRME</b>	Vektör Uzayları - (2)	<b>25</b>
	Kısmi İntegrasyon - (2)	
	Parametrik Denklem - (2)	
	Hacim - (1)	
	Seriler - (1)	
	Geometri - (12)	
	Geometrik Şekiller - (4)	
<b>GEOMETRİK ŞEKİL ve CİSİMLER</b>	Kare - (4)	<b>22</b>
	Prizma - (1)	
	Silindir - (1)	

Araştırma sonuçları incelendiğinde Trigonometri anahtar kelimesine verilen cevap kelimelerden 39 tanesi “Ters Trigonometrik Fonksiyonlar” kategorisi altında, 26 tanesi ise “Gerçek Hayat” kategorisi altında, 25 tanesi “İlişkilendirme” kategorisi altında, 22 tanesi “Geometrik Şekil ve Cisimler” kategorisi altında incelenmiştir.

Şekil- 14’ te “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin 39-20 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

Şekil- 14 : Kesme Noktası 39-20 Aralığı Eklenecek Oluşturulmuş Kavram Ağı



Bu kavram ağına “Ters Trigonometrik Fonksiyonlar”, “Gerçek Hayat”, “İlişkilendirme” ve “Geometrik Şekil ve Cisimler” olmak üzere 4 kategori daha eklenmiştir.

“Ters Trigonometrik Fonksiyonlar” kategorisinde “Ters Trigonometrik Fonksiyonlar”, “Arccos”, “Arcsin”, “Arctan”, “Arccot” cevap kelimeleri bulunmaktadır. Öğrenciler genelde  $\sin^{-1}(x) = 1/\sin(x)$ ,  $\sin^{-1}(x) = \sin(x)^{-1}$  hatalarını yapmakta, bir fonksiyonun tersi ile kendisinin bileşkesi birim (etkisiz) fonksiyonu oluşturduğu halde öğrenciler bunu uygulayamamaktadır ve ters trigonometrik fonksiyonların görüntüsünü uygun aralıklarda bulamamaktadır. “Ters Trigonometrik Fonksiyonlar” “Trigonometri” de kavram yanlışlığının en çok görüldüğü konular arasındadır (Akgün, 2010). Öğrenciler bu sebepten “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Ters Trigonometrik Fonksiyonlar”, “Arccos”, “Arcsin”, “Arctan”, “Arccot” cevap kelimelerini ilişkilendirmiş olabilir.

“Gerçek Hayat” kategorisinde “Astronomi”, “Dalga”, “Eyfel Kulesi”, “Gemi”, “Mısır”, “Mimarlık-Mimar Sinan”, “Mühendislik”, “Aerodinamik”, “Köprü” cevap kelimeleri bulunmaktadır. Matematiğin önemli konularından biri olan “Trigonometri” kimya, fizik, biyoloji astronomi, mühendislik, sivil mühendislik, mimarlık, ekonomi, elektrik mühendisliği, elektronik, meteoroloji ve istatistik gibi yaygın kullanım alanlarına sahiptir (Örnek, 2007; Delil, 2014 ve Tuna, 2011). Trigonometri ilk önceleri bir üçgenin kenar ve açıları arasındaki ilişki olarak görülmesine rağmen sonraları astronomi, gemicilik, yön bulma, keşif gibi konularla da ilişkili olduğu görülmüştür. Özellikle coğrafya, jeodezi ve astronomi gibi bilim dallarında küresel trigonometriden faydalanılmıştır. Trigonometrinin rotasyon ve titreşimle ilgili ses dalgaları, ışık ışınları, gezegenlere ait yörüngeler, titreşimli teller, sarkıtlar

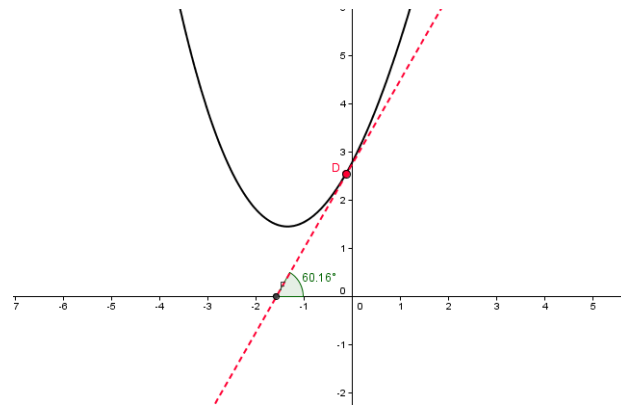
gibi bir çok konu içerisinde yer almasıyla kullanım alanı giderek daha da genişlemiştir (Akgün, 2010). Trigonometri cetvelleri astronomi alanındaki hesaplamaları yapmak için kullanılmış ve 18.yy da trigonometrik seriler de astronomide çok yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Delil, 2014). “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Astronomi”, “Gemi”, “Mühendislik”, “Mimarlık-Mimar Sinan”, “Eyfel Kulesi”, “Köprü” ve “Aerodinamik” cevap kelimelerinin ilişkilendirilme sebebi “Trigonometri” konusunun kullanım alanlarından kaynaklı olabilir.

“Trigonometri” belli bir topluluğa ait bir konu değildir. Tarihte birçok toplumun katkısı ile oluşmuş ve gelişmiştir. Eğer “Trigonometri” yi üçgenlerin ölçümü olarak ifade edersek bu bilimin geçmişi M.Ö. ikinci ve üçüncü binli yıllardaki Mısır ve Babil’e kadar uzanır. Mısırlılar “Trigonometri” yi özellikle alan ölçümü ve piramitlerin inşasında kullanmışlardır. Yine gölge cetvellerini M.Ö. 1500 lerde ilk kullanan topluluk Mısırlılardır. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Mısır” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi Mısırlıların “Trigonometri” yi bu kullanımından kaynaklı olabilir (Delil, 2014 ve Akgün, 2010).

$y=\sin x$  fonksiyonu ses dalga hareketi gibi periyodik hareketlerde uygulanabilir (Akgün, 2010). “Trigonometri” ile “Dalga” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir.

“İlişkilendirme” kategorisinde “Hacim”, “Uzay”, “Vektör Uzayları”, “Türev”, “İntegral”, “Kısmi İntegrasyon”, “Limit-Limit Belirsizlikleri”, “Parametrik Denklem”, “Seriler”, cevap kelimeleri bulunmaktadır.

### Şekil- 15: Teğetin Eğimi



Türev tanımı yukarıda verilen grafiksel gösterimdeki gibi “bir grafiğe belirli bir noktada çizilen teğetin eğimi” şeklinde verilir. Eğimin “Tanjant” ile ilişkili olması

“Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Türev” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi olabilir. Ayrıca Trigonometrik fonksiyonlarda “Türev” alma işlemi gerçekleştirildiği için de bu ilişkilendirme yapılmış olabilir.

İntegral kavramının ortaya çıkması türev kavramının ortaya çıkmasından çok daha öncelere dayanır. Çünkü alan ve hacim hesaplamaları hız hesaplamalarından daha önce ortaya çıkmıştır. İlk alan ve hacim hesaplamalarının izlerine ise M.Ö. 1800’ de Mısırlılar’ın Piramitler üzerinde yaptıkları çalışmalarda rastlanmıştır (Yavuz, 2013). Bazı fonksiyonların integrali alınabildiği gibi bazı trigonometrik fonksiyonların da integrali alınabilmektedir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “İntegral” kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir.

Aşağıda 2007 yılında ÖSS de çıkan bir soru verilmiştir. “Limit” soruları içerisinde “Trigonometri” de yer almakta ve bazen bu tip sorularda “Belirsizlik” durumu görülebilmektedir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Limit- Limit Belirsizlikleri” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu gibi durumlardan kaynaklı olabilir.

### Şekil- 16: Trigonometri ve Limit

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1 - \cos \sqrt{x}}{x} \text{ limitinin değeri kaçtır?}$$

A) 0      B)  $\frac{1}{2}$       C) 1      D) 2      E)  $\sqrt{2}$

(2007 - ÖSS - II)

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1 - \cos \sqrt{x}}{x} \Rightarrow \frac{1 - \cos \sqrt{0}}{0}$$

$$\Rightarrow \frac{1 - 1}{0} \Rightarrow \frac{0}{0}$$

belirsizlik olur.

Pay ve paydanın türevini alırsak.

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1 - \cos \sqrt{x}}{x} = \frac{\frac{1}{2} \cdot x^{-\frac{1}{2}} \sin \sqrt{x}}{1}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{2} \frac{\sin \sqrt{x}}{\sqrt{x}} \rightarrow 1$$

$$= \frac{1}{2}$$

Hacim, nesnelerin boşlukta kapladıkları yerlerle ilgilidir. “Uzunluk”, “Alan” ve “Hacim” kavramları yer kaplama özelliğine sahiptir dolayısıyla “Uzaysal” olma özelliği vardır. (Zembat, 2013). Eğik üç boyutlu cisimlerin hacmi bulunurken sinüs fonksiyonuna

ihtiyaç duyulabilir. Bunlardan kaynaklı “Trigonometri” ile “Hacim” ve “Uzay” kelimeleri ilişkilendirilmiş olabilir.

Farklı cins fonksiyonların çarpım durumunda olduğu integral işlemlerinde kullanılan “Kısmi İntegrasyon Yöntemi” hızlı ve kolay bir şekilde çözüme ulaşılmasını sağlar. Öğrencilerin hızlı işlem yapabilmek için kullandıkları “LAPTÜ” yöntemi ile sorular daha pratik bir şekilde çözülebilmektedir. Bu yöntem sırasıyla Logaritmik Fonksiyonlar, Ters trigonometrik fonksiyonlar, polinomlar, trigonometrik fonksiyonlar, üstel fonksiyonlar şeklinde kodlanmıştır ve solda kalan fonksiyona “u”, geride kalana ise “dv” denilerek  $u \cdot v$  işleminin sonucu bulunur. Sık kullanılan bir yöntem olmasından ötürü “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “İntegrasyon Yöntemi” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir.

Matematik ve mühendislikte birçok uygulama alanı bulunan ve Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, baz ve boyut, bir matrisin rankı ve determinantı gibi konularla ilişkisi olan “Vektör Uzayları” matematiğin önemli bir konusudur (Kazci, 2008). u ve v herhangi iki vektör olmak üzere, bu iki vektör arasındaki açının cosinüsü  $\frac{u \cdot v}{|u| \cdot |v|}$  eşitliği ile bulunur. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Vektör Uzayları” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir.

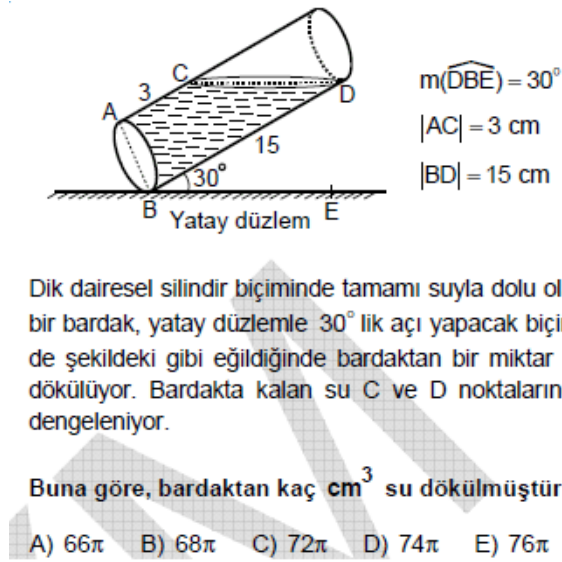
Diziler ve seriler konusu öğrencilerin zorlandığı matematik konuları arasındadır ve diziler, seriler konusu ile ilişkili olan Taylor formülleri aracılığı ile fonksiyonların seri açılımı bulunabilir. Sinüs ve cosinüs gibi trigonometrik fonksiyonların da seri açılımı mevcut olup “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Seriler” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu seri açılamdan kaynaklı olabilir.

“Parametrik Denklem” içeren sorularda  $x=3\sin t$ ,  $y=5\cos t$  gibi denklemler mevcut olup içerisinde Trigonometrik ifadeler de bulunabilmektedir. Bu nedenle “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Parametrik Denklem” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir.

“Geometrik Şekil ve Cisimler” kategorisinde ise “Geometrik Şekiller”, “Prizma”, “Silindir”, “Kare”, “Geometri” cevap kelimeleri yer almaktadır. Ortaokul ve lise programlarında kapsamlı bir yere sahip olan “Geometrik Cisimler” konusu içerisinde “Silindir”, “Prizma”, “Koni”, “Piramit” ve “Küre” kavramları yer almaktadır. Doğaya baktığımızda da karşımıza çıkan “Geometrik Cisimler” üç boyutlu uzayda yer kaplayan geometrik nesnelere olarak bilinir. Uzayda verilen bir doğruya (ana doğru- doğrultman) paralel olan doğruların, bir düzlemsel eğri boyunca, bu eğri düzlemine paralel olmayan bir doğrultudaki, sabit hareketinden oluşan yüzey silindir olarak adlandırılır (Yemen-Karpuzcu

ve Işıksal-Bostan, 2013). Aşağıda 2010 yılı LYS çıkmış sorusu verilmiştir. Bu soruda “Trigonometri” ile “Silindir” cevap kelimesi ilişkisi görülebilmektedir. Bunun gibi birçok silindir sorusu mevcuttur.

### Şekil- 17: Trigonometri 2010 Yılı LYS Çıkmış Sorusu



Kaynak: LYS (2010)

Alt ve üst tabanları birbirine eş ve yan yüzleri ise dörtgenel bölge olan geometrik cisimler “Prizma” olarak bilinir ve “Prizmalar” üçgen prizma, kare prizma, dikdörtgenler prizması gibi tabanlarına göre adlandırılır. Trigonometri soruları açı ve kenar uzunlukları ile ilgili olup çeşitli geometrik cisimlerle de bağlantılıdır. “Trigonometri” ile “Geometrik Şekiller”, “Prizma”, “Silindir” ve “Geometri” ilişkilendirilmesinin sebebi bu durumlardan kaynaklı olabilir.

Bütün kenarlarının uzunluğu eşit olan ve bir açısının ölçüsü  $90^\circ$  olan dörtgenler “Kare” olarak bilinir. Çıkmış sorular incelendiğinde “Kare” konusu ile “Trigonometri” konusunun iç içe olduğu bir çok soru görülmektedir. Bu tip soruları çözebilmek için hem “Trigonometri” hem de “Kare” konularına hakim olmak gerekir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Kare” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir. Çıkmış sorular incelendiğinde “Kare” gibi “Dikdörtgen” içeren “Trigonometri” soruları da görülmektedir. Fakat bu araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Dikdörtgen” kelimesinin ilişkilendirilmediği görülmüştür.

**4.1.8. Kesme Noktası 19-0 Aralığında Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları, Oluşturulan Kategoriler ve Kavram Ağları**

**Tablo-7: Kesme Noktası 19-0 Olan, Trigonometri Anahtar Kavramına Verilen Cevap Kelimeler, Frekansları ve Oluşturulan Kategoriler**

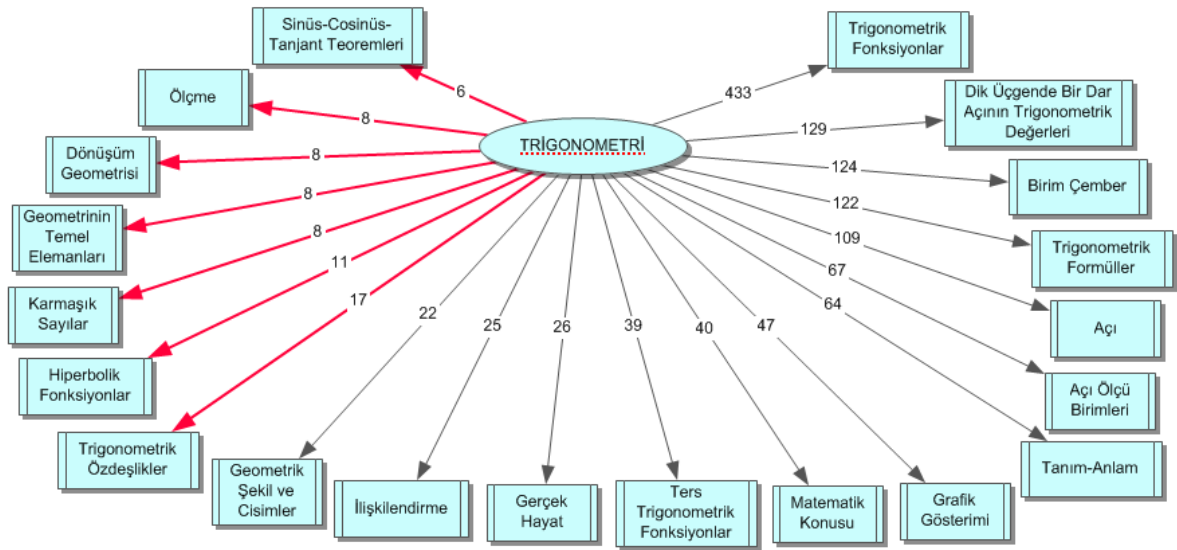
<b>Kategoriler ve Frekansları</b>	<b>Kelimeler ve Frekansları</b>	<b>Toplam Frekans</b>
<b>TRİGONOMETRİK ÖZDEŞLİKLER</b>	$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ - (9)	<b>17</b>
	Bağıntı - (6)	
	Birbirini Tamamlama - (1)	
	Trigonometrik Denklem - (1)	
<b>HİPERBOLİK FONKSİYONLAR</b>	Hiperbolik Fonksiyonlar - (8)	<b>11</b>
	Sin h - (2)	
	Cos h - (1)	
<b>KARMAŞIK SAYILAR</b>	Kutupsal Gösterim - (7)	<b>8</b>
	Kutupsal Koordinatlar - (1)	
<b>GEOMETRİNİN TEMEL ELEMANLARI</b>	Kenar - (6)	<b>8</b>
	Doğru - (1)	
	Doğru Parçası - (1)	
<b>DÖNÜŞÜM GEOMETRİSİ</b>	Öteleme - (4)	<b>8</b>
	Dönme - (4)	
<b>ÖLÇME</b>	Alan Hesabı - (6)	<b>8</b>
	Uzunluk - (2)	
<b>SİNÜS - COSİNÜS - TANJANT TEOREMLERİ</b>	Sinüs Teoremi - (3)	<b>6</b>
	Cosinüs Teoremi - (3)	

Araştırma sonuçları incelendiğinde Trigonometri anahtar kelimesine verilen cevap kelimelerden 17 tanesi “Trigonometrik Fonksiyonlar” kategorisi altında, 11 tanesi “Hiperbolik Fonksiyonlar” kategorisi altında, 8 tanesi “Karmaşık Sayılar” kategorisi altında, 8 tanesi “Geometrinin Temel Elemanları” kategorisi altında, 8 tanesi “Dönüşüm Geometrisi”

altında, 8 tanesi “Ölçme” kategorisi altında, 6 tanesi ise “Sinüs- Cosinüs-Tanjant Teoremleri” altında incelenmiştir.

Şekil- 18’ de “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin 19-0 arası kesme noktasına göre hazırlanmış kavram ağı sunulmuştur.

**Şekil-18: Kesme Noktası 19-0 Aralığı Eklenerak Oluşturulmuş Kavram Ağı**



Bu kavram ağına “Trigonometrik Özdeşlikler”, “Hiperbolik Fonksiyonlar”, “Karmaşık Sayılar”, “Geometrinin Temel Elemanları”, “Dönüşüm Geometrisi”, “Ölçme” ve “Sinüs-Cosinüs- Tanjant Teoremleri” olmak üzere 7 kategori daha eklenmiştir.

“Trigonometrik Özdeşlikler” kategorisinde “Birbirini Tamamlama”, “Bağıntı”, “ $\sin^2x + \cos^2x = 1$ ”, “Trigonometrik Denklem” cevap kelimeleri bulunmaktadır. Ölçüleri toplamı  $90^\circ$  olan tümler iki açıdan birinin sinüsü ötekinin kosinüsüne eşittir. Yine ölçüleri toplamı  $180^\circ$  olan bütünler iki açı birbirinin cosinüsüne veya sinüsüne eşittir, bu sefer fonksiyonun ismi değişmez.  $\sin 5^\circ = \sin 85^\circ$ ,  $\cos 10^\circ = \sin 80^\circ$ ,  $\cos 60^\circ = -\cos 120^\circ$ ,  $\sin 60^\circ = \sin 120^\circ$  gibi. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Birbirini Tamamlama” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir.

“Pisagor Teoremi”, “Cosinüs Teoremi” nin bir özel halidir. Bu durum herhangi bir dik üçgen aracılığı ile görülebilir. Birim çemberde Pisagor Teoremi kullanılarak Trigonometri

sorularında sıklıkla kullanılan  $\sin^2x + \cos^2x = 1$  özdeşliği elde edilebilir. “Trigonometri” de  $\sin^2x + \cos^2x = 1$  bağıntısına benzer  $\tan x = \sin x / \cos x$ ,  $\tan x \cdot \cot x = 1$ ,  $\sec x = 1 / \cos x$ ,  $\operatorname{cosec} x = 1 / \sin x$ ,  $1 + \tan^2 x = 1 / \cos^2 x$  kullanımı yaygın birçok bağıntı mevcuttur. Bu sebepten “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Bağıntı” ve “ $\sin^2x + \cos^2x = 1$ ” cevap kelimeleri ilişkilendirilmiş olabilir.

İçerisinde bilinmeyen bulunan ve bilinmeyen bazı değerleri için doğru olan trigonometrik eşitlikler “Trigonometrik Denklem” olarak ifade edilir. “Trigonometri” konusunda önemli bir yere sahip olması nedeniyle “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Trigonometrik Denklemler” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş olabilir.

“Hiperbolik Fonksiyonlar” kategorisinde “Hiperbolik Fonksiyonlar”, “cosh” ve “sinh” cevap kelimeleri bulunmaktadır. “ $\pi$ ” ve “e” sayıları doğanın en önemli iki sabitlerindedir ve birçok şey bu iki transandant sayıya bağlıdır. “e” yardımıyla yazılabilen ve temel fonksiyonların bir grubu olan “Hiperbolik Fonksiyonlar” matematik ve fiziğin önemli konularından biridir. 1750 yıllarının sonunda Kremer izdüşüm haritasını oluştururken hiperbolik fonksiyonlarla ilgili ilk önemli uygulamayı gerçekleştirmiş ve elektriğin icadı ile hiperbolik fonksiyon kullanımı daha da yaygın hale gelmiştir. 1900 yıllarında ise bu fonksiyon teorik fizik, geometri, astronomi ve bilgisayar bilimleri gibi hemen hemen bütün bilim dallarında kullanılır hale gelmiştir (Bostancı, 2012 ve Can, 2016).

Dairesel fonksiyonlar olan  $\cos x$  ve  $\sin x$  noktaları birim yarıçaplı bir çember oluşturduğu gibi “ $\cosh x$ ” ve “ $\sinh x$ ” noktaları da eşkenar hiperbolün sağ yarısını oluşturur (Can, 2016). Aşağıda sinüs hiperbolik ve cosinüs hiperbolik fonksiyonlarının açılımı verilmektedir.

sinüs hiperbolik fonksiyonu

$$\sinh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

cosinüs hiperbolik fonksiyonu

$$\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

“Hiperbolik Fonksiyonlar” da Trigonometrik fonksiyonlardaki özdeşliklere benzer özdeşlikler içerir.  $\sinh 2x = 2 \sinh x \cdot \cosh x$ ,  $\cosh 2x = \cosh^2 x + \sinh^2 x$ ,  $\cosh^2 x - \sinh^2 x = 1$  bu özdeşliklerden bazılarıdır. Ayrıca Trigonometrik fonksiyonların ve hiperbolik fonksiyonların toplam-fark formülleri aşağıda kıyaslamalı olarak verilmiştir.

$$\sinh(x+y)=\sinh x \cdot \cosh y + \cosh x \cdot \sinh y$$

$$\sinh(x-y)=\sinh x \cdot \cosh y - \cosh x \cdot \sinh y$$

$$\cosh(x+y)=\cosh x \cdot \cosh y + \sinh x \cdot \sinh y$$

$$\cosh(x-y)=\cosh x \cdot \cosh y - \sinh x \cdot \sinh y$$

$$\sin(x+y)=\sin x \cdot \cos y + \cos x \cdot \sin y$$

$$\sin(x-y)=\sin x \cdot \cos y - \cos x \cdot \sin y$$

$$\cos(x+y)=\cos x \cdot \cos y - \sin x \cdot \sin y$$

$$\cos(x-y)=\cos x \cdot \cos y + \sin x \cdot \sin y$$

Hiperbolik fonksiyonların ifadelendirilmesinde “cos”, “sin”, “tan” kelimelerinin yer alması, formüllerinin trigonometrik fonksiyonların formüllerine benzer olması ve bu konunun öğretiminin trigonometri konusu içerisinde verilmesi “Trigonometri” ile “Hiperbolik Fonksiyonlar”, “cosh” ve “sinh” cevap kelimelerinin ilişkilendirilmesinde etken olabilir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “cosh”, “sinh” ilişkilendirilmesine rağmen bu anahtar kelime ile “tanh” kelimesinin ilişkilendirilmediği görülmüştür.

“Karmaşık Sayılar” kategorisinde “Kutupsal Gösterim” ve “Kutupsal Koordinatlar” cevap kelimeleri bulunmaktadır.  $a$  ve  $b$  reel sayı ve  $i = \sqrt{-1}$  olmak üzere  $z = a + ib$  şeklindeki sayılar karmaşık sayılar olarak ifadelendirilir. Burada  $a$  ve  $b$  değerleri sırasıyla  $z$  nin gerçekte (reel) ve sanal (imajiner) kısımlarıdır ve  $a = \text{Re}(z)$  ve  $b = \text{Im}(z)$  şeklinde gösterilir. Her  $a + ib$  karmaşık sayısı  $\mathbb{R}^2$  düzleminde  $(a, b)$  noktası ile temsil edilir. Bu  $(a, b)$  ikilisi  $O(0, 0)$  başlangıç (orijin) noktasına karşılık gelen noktayla birleştirildiğinde bir vektör elde edilir ve böylece  $z$  karmaşık sayısı vektör olarak da temsil edilmiş olur. Bu karmaşık sayıya karşılık gelen vektörün  $x$  eksenine pozitif yönde yaptığı açı  $\theta$  (argüman), vektörün uzunluğu  $r$  olmak üzere  $(a, b)$  noktası  $(r \cos \theta, r \sin \theta)$  şeklinde kutupsal olarak gösterilebilir.  $z = a + ib = r \cos \theta + i r \sin \theta = r (\cos \theta + i \sin \theta) = r \text{cis} \theta$  dir (İpek, 2013). Görüldüğü gibi herhangi bir karmaşık sayı Trigonometrik ifadeler aracılığı ile kutupsal olarak gösterilebilir. Çoğu yerde “Kutupsal Gösterim”, “Trigonometrik Gösterim” olarak da geçmektedir. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Kutupsal Gösterim” ve “Kutupsal Koordinatlar” cevap kelimelerinin ilişkilendirilme sebebi bu durumlar olabilir.

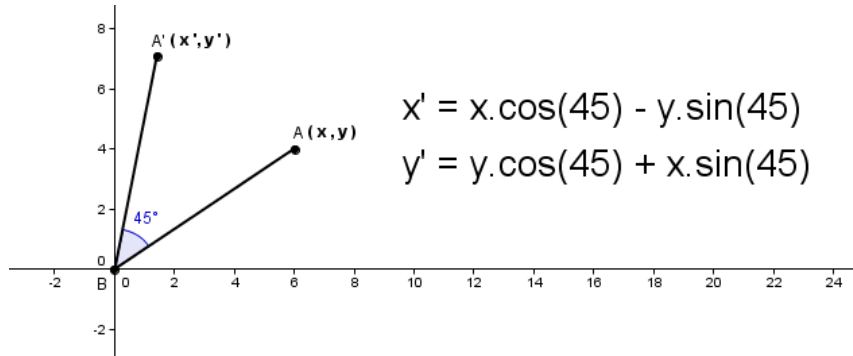
“Geometrinin Temel Elemanları” kategorisinde “Kenar”, “Doğru” ve “Doğru Parçası” cevap kelimeleri bulunmaktadır. “Trigonometri” dik üçgenlerin kenar uzunlukları ve bu uzunlukların birbirine oranı ile ilgilidir. Trigonometrinin başlangıcı gölge boyu hesaplamalarına dayanır (Örnek, 2007) ve bazı sorularda “Trigonometri” aracılığı ile verilen bir “Doğru Parçası” nın uzunluğu istenebilir. Yine “Doğru” nun eğimi bulunurken “Trigonometri” konusuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeplerden “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Kenar”, “Doğru” ve “Doğru Parçası” cevap kelimeleri ilişkilendirilmiş olabilir.

“Dönüşüm Geometrisi” kategorisinde “Öteleme” ve “Dönme” cevap kelimeleri bulunmaktadır. Geometrik dönüşümlerle ilgili ilk fikirler 1872’ de Felix Klein tarafından bir

seminerde ortaya atılmıştır (Zembat, 2013). Matematiğin geometri alanında önemli bir yere sahip olan “Dönüşüm Geometrisi” öğrenciler için yaratıcı düşünmenin kapılarını açmaktadır. Matematiğin bazı konularının kavranması bu konunun kavranabilmesi için ön koşul niteliğindedir (Faydacı, 2008). Mimarlık, sanat ve teknoloji gibi alanlarda karşımıza çıkan “Dönüşüm geometrisi” “Öteleme”, “Yansıma” ve “Dönme” gibi dönüşümleri kapsamaktadır.

“Öteleme Dönüşümü” düzlemdeki her bir  $(x,y)$  noktasını yine bu düzlemde  $(z,t)$  gibi sadece bir tek noktayla eşleştiren birebir ve örten fonksiyon türüdür. “Öteleme Dönüşümü” uzaklığın korunduğu bir fonksiyon olmakla birlikte tanım ve değer kümeleri düzlemin kendisi yani  $R^2$  dir. Bu dönüşümde “Vektör” işlemin önemli bir parçasıdır. Her bileşen vektör aracılığı ile görüntüsünü bulur “Dönme Dönüşümü” ise bir merkez noktası ve bir açı aracılığı ile bir düzlemi yine bir düzlemle eşleştirir. “Dönme dönüşümü” de “Öteleme Dönüşümü” gibi uzaklık ve özellikleri korur (Zembat, 2013).

**Şekil- 19: Dönme Dönüşümü**



Yukarıdaki şekilde A noktasının saatin tersi yönünde  $45^\circ$  lik açı ile dönmesi sonucu oluşan  $A'$  noktası ve koordinatları olan  $x'$  ve  $y'$  noktalarının eşitleri verilmiştir. Görüldüğü gibi “Dönme Dönüşümü” ifadesinde “Sinüs” ve “Cosinüs” trigonometrik fonksiyonları kullanılmıştır. “Dönme” cevap kelimesinden kasıt “Dönme Dönüşümü” olabilir ve ilişkilendirmenin sebebi de bundan kaynaklı olabilir. Araştırmada “Trigonometri” ile “Dönme” cevap kelimesi ilişkilendirilmiş, ilişkisi olmadığı halde “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Öteleme” cevap kelimesi ile de ilişkilendirilmiştir. “Trigonometri” anahtar kelimesi “Dönüşüm Geometrisi” nin konusu olan “Dönme” ve “Öteleme” ile ilişkilendirilirken “Yansıma” kelimesi ile ilişkilendirilmemiştir.

“Ölçme” kategorisinde “Uzunluk” ve “Alan Hesabı” cevap kelimeleri bulunmaktadır. Üçgenlerin kenar uzunluklarını ölçmek için trigonometrinin kullanılması, gölge boyunun

hesaplanmasında tanjant fonksiyonunun kullanılması gibi günlük yaşam örnekleri trigonometrinin “Ölçme” işlemi ile ilgili olduğunu göstermektedir (Örnek, 2007). “Trigonometri” dik üçgenlerin kenar uzunlukları ve bu uzunlukların birbirine oranları ile ilişkili olup “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Uzunluk” cevap kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir. Tarihte geniş bir kullanım alanına sahip olan “Trigonometri” Mısırlılar tarafından özellikle “Alan” hesabında kullanılmıştır (Delil, 2014). 10.sınıfta “Üçgende Trigonometrik Bağlantılar” alt öğrenme alanında yer alan “Üçgenin Alan Formülünü Bulur” kazanımında belirtildiği gibi yan kenar uzunlukları ve bu kenarların ortasındaki açının “sinüs” ü verildiğinde bu üçgenin alanı “Sinüs Alan Formülü” ile hesaplanabilir. Sadece üçgenin alanında değil bazı geometrik şekillerin alan hesabında yine “Sinüs” trigonometrik fonksiyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. “Trigonometri” ile “Alan” kelimesinin ilişkilendirilme sebebi bu durumlar olabilir.

“Sinüs-Cosinüs-Tanjant Teoremleri” kategorisinde “Sinüs Teoremleri” ve “Cosinüs Teoremleri” cevap kelimeleri bulunmaktadır. ABC üçgeninin kenar uzunlukları  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ve çevrel çemberin yarıçapı  $R$  olmak üzere  $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$  eşitliği “Sinüs Teoremi” olarak bilinir ve bu teorem bir üçgende kenar uzunlukları ve karşısındaki açılar orantılı olduğunu, bu oranın da çevrel çemberin çapına eşit olduğunu ifade eder. “Trigonometri” anahtar kelimesi ile trigonometri sorularında sıklıkla başvuru alan “Sinüs Teoremi”nin ilişkilendirilme sebebi bu olabilir. “Kosinüs Teoremi” ise iki kenar uzunluğu ve bu kenarlar arasındaki açının verilip diğer üçüncü kenar uzunluğunun sorulduğu sorularda veya bir üçgenin üç kenar uzunluğunun bilinip herhangi bir açısı sorulduğunda “Kosinüs Teoremi” ifadesinden yararlanılabilir.  $a^2 = b^2 + c^2 - 2.b.c.\cos A$  eşitliği ile verilen “Cosinüs Teoremi” “Pisagor Teoremi” ile de ilişkili olup Trigonometri” sorularında sıklıkla başvuru alan bir teoremdir. Bu yüzden “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Cosinüs Teoremi” ilişkilendirilmiş olabilir. Ayrıca “Trigonometri” anahtar kelimesi ile “Cosinüs Teoremi” ve “Sinüs Teoremi” ilişkilendirilmesine rağmen “Tanjant Teoremi” ilişkilendirilmemiştir. Bunun sebebi kullanım sıklığından kaynaklı olabilir.

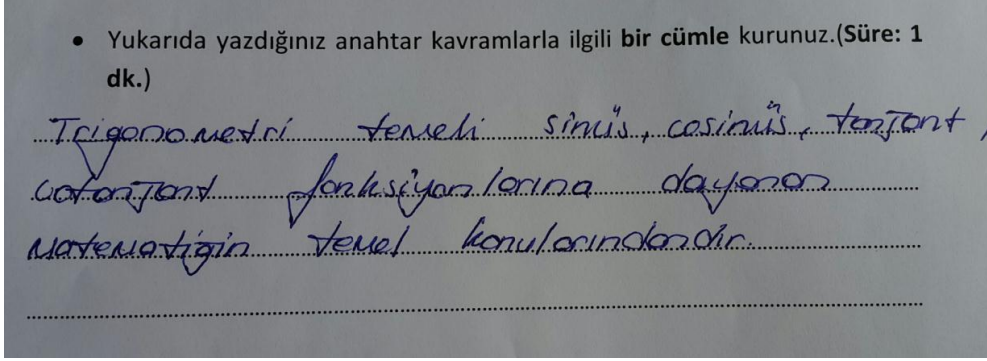
#### **4.2. Trigonometri Anahtar Kavramına İlişkin Kurulan Cümlelerin Analizi**

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kavramıyla ilgili çağrışım yapan kelimelerin yazılmasından sonra, 1 dk içerisinde bu kelimelerle ilgili cümle kurulması istenmiştir.

#### 4.2.1. 140 ve Üzeri Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

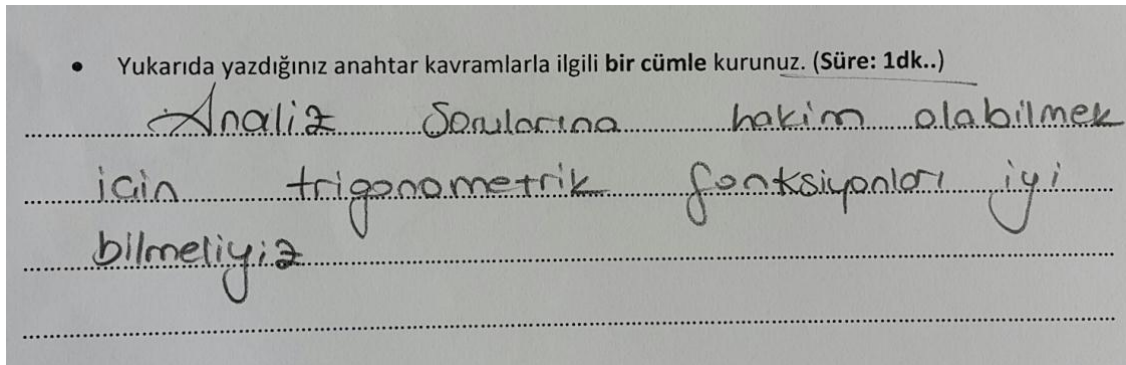
Aşağıda 140 ve üzeri kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

##### Şekil- 20: 105 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



Matematiğin temel konularından biri olarak görülen Trigonometri sinüs, cosinüs, tanjant ve kotanjant fonksiyonları ilişkilendirilmiştir. Buna benzer cümlelere diğer numaralı kağıtlarda da rastlanmıştır.

##### Şekil- 21: 40 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



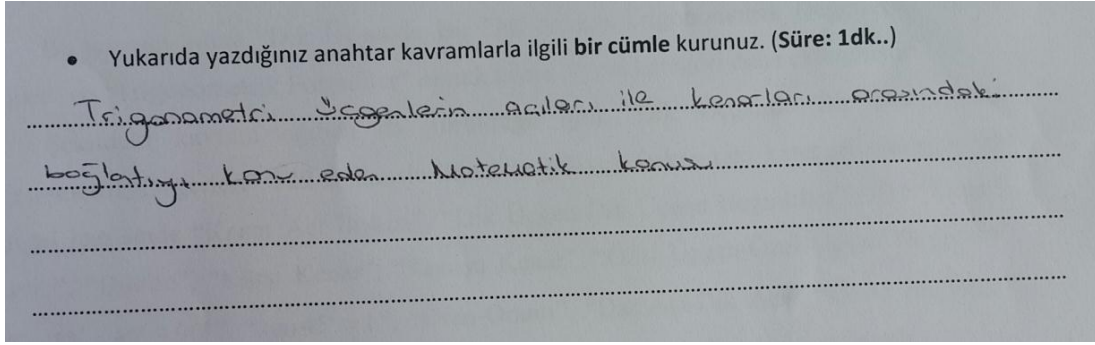
40 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir. Analiz konuları içerisinde integral ve türev konularının yer alması ve bu konuların da trigonometrik fonksiyonlarla ilişkili olması sebebiyle öğretmen adayı bu cümleyi kurmuş olabilir.

Araştırma sonuçlarına göre bu kesme noktasında verilen cevaplar incelendiğinde cümlelerin genellikle sinüs, cosinüs, tanjant ve kotanjant trigonometrik fonksiyonları ile ilgili olduğu görülmüştür.

#### 4.2.2. 139-120 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

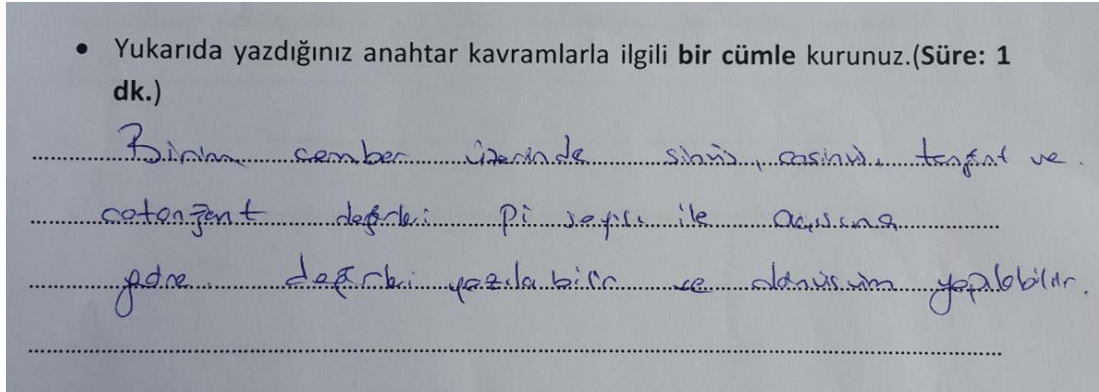
139-120 kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

##### Şekil- 22: 22 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



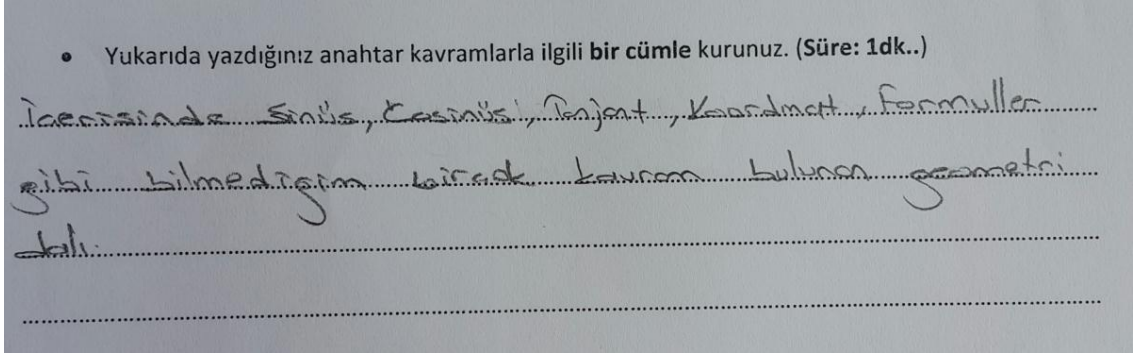
22 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir. Buna benzer cümlelere diğer numaralı cevap kağıtlarında da sıkça rastlanmıştır. Trigonometrinin üçgenler, üçgenlerin kenarları arasındaki oranlarla ve açılarla ilişkili olması bu cümlelerin sıklığını artırmış olabilir.

##### Şekil- 23: 96 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



96 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir. Buna benzer cümlelere diğer numaralı cevap kağıtlarında da sıkça rastlanmıştır. Görüldüğü gibi üzerinde sinüs, cosinüs, tanjant, kotanjant fonksiyonlarının gösterilmesi sebebiyle trigonometri ile birim çember ilişkilendirilmiştir. Fakat bazı öğretmen adaylarının bu fonksiyonların grafiksel gösteriminde sorunlar yaşadıkları görülmüştür. Buna ilişkin bilgiler şekil ve resimler bölümünde verilmiştir.

### Şekil- 24: 7 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle

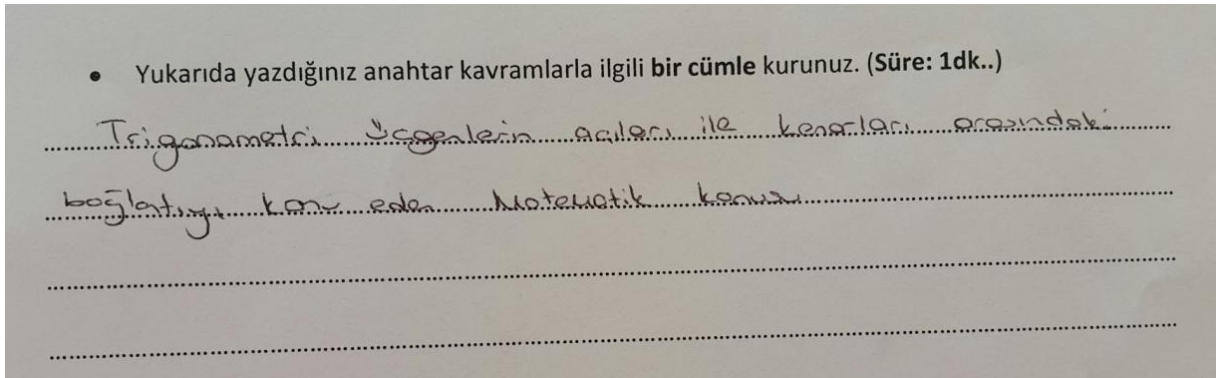


7 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir. Bu cevap kağıdında formüller ifadesi yer almıştır. Trigonometri konusunda birçok formül yer alması bu cümlelerin kullanım sıklığını artırmış olabilir. Ayrıca cevap kağıtlarında trigonometrinin zor ve çok fazla ezbere dayalı bir konu olduğundan bahsedilmiştir. Bu durum trigonometrik formüllerin yoğunluğundan kaynaklı olabilir.

### 4.2.3. 119-100 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

119-100 kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

### Şekil- 25: 52 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



52 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir. Trigonometri konusunun üçgenin açılarıyla ilgili olduğu ifadesi bu cevap kağıdındaki gibi diğer kağıtlarda da sık sık geçmiştir.

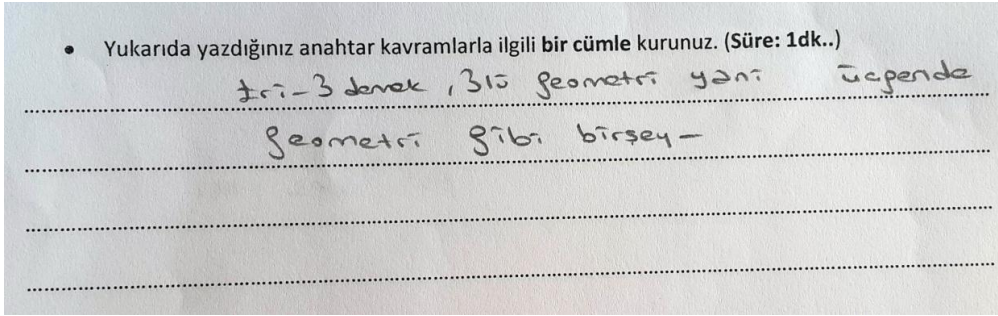
#### 4.2.4. 99-80 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

Araştırma sonuçları incelendiğinde bu frekans aralığına giren kelime bulunamadığı için cümle analizi de mevcut değildir.

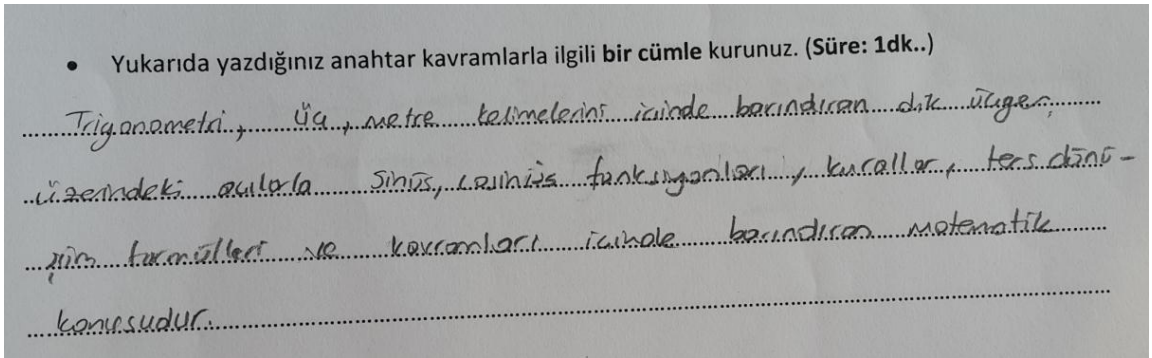
#### 4.2.5. 79-60 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

79-60 kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

#### Şekil- 26: 48 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



#### Şekil- 27: 50 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



Trigonometri kelime olarak üçgenlerde ölçümlerle ilgilidir ve bazı sabit oranları içerisine alır (Güntekin ve Akgün, 2011). 48 ve 50 numaralı cevap kağıdında yer alan cümlelerden de görüldüğü gibi trigonometri kendisini oluşturan kelimeler aracılığı ile tanımlanmaya çalışılmıştır.

### Şekil- 28: 24 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle

• Yukarıda yazdığınız anahtar kavramlarla ilgili **bir cümle** kurunuz. (Süre: 1dk..)

.....

$\frac{D}{180} = \frac{G}{270} = \frac{R}{150}$

.....

.....

24 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir. Görüldüğü gibi  $\frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$  eşitliği yerine  $\frac{D}{180} = \frac{G}{270} = \frac{R}{150}$  yazılmıştır. Bu yanılığa düşülmesinin sebebi trigonometri dersinin çok formül içermesi ve bu formüllerin hatırlanmasının zorluğu olabilir. Araştırma sonuçlarına göre  $\frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$  eşitliği yerine “ $\frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{180}$ ” eşitliğinin yazıldığı görülmüştür. Radyan konusu ile ilgili yerlerde  $\pi$  görülen yere  $180^\circ$  yazdıkları görülmüştür. Halbuki “Derece”, “Grad” ve “Radyan” dönüşümlerinde  $\pi$  yaklaşık değeri 3,14 olan  $\pi$  dir (Akbaş, 2008).

#### 4.2.6. 59-40 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

59-40 kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

### Şekil- 29: 8 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle

• Yukarıda yazdığınız anahtar kavramlarla ilgili **bir cümle** kurunuz. (Süre: 1dk..)

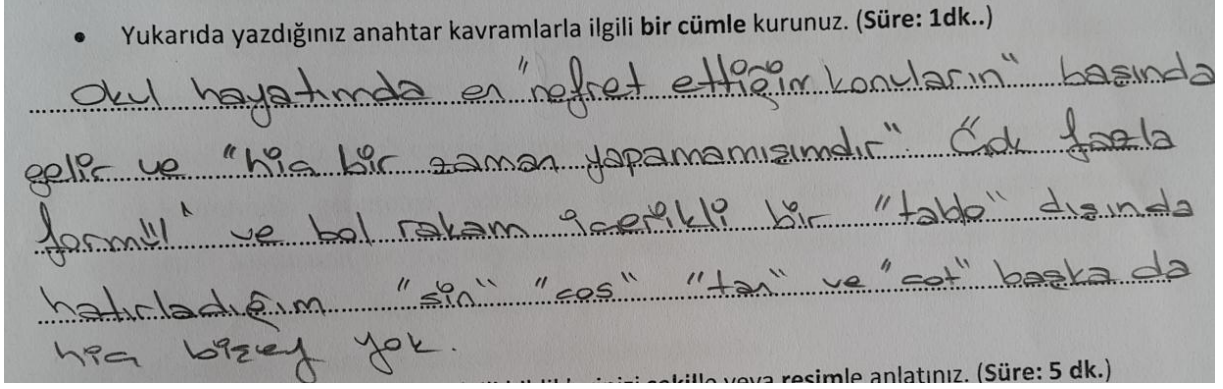
.....

Trigonometri öğrenmek zordur.

.....

.....

### Şekil- 30: 32 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle

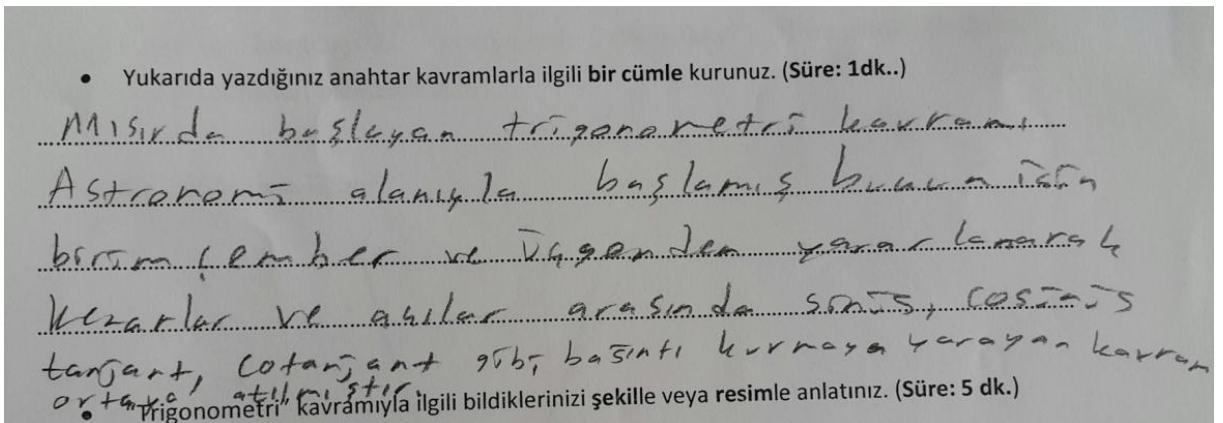


8 ve 24 numaralı cevap kağıtlarında yer alan cümlelerde de görüldüğü gibi trigonometri konusu nefret edilen, çok fazla formül içeren, zor bir konu olarak görülmektedir. Bu şekilde olan ifadelere diğer numaralı cevap kağıtlarında da rastlanmıştır. Trigonometrinin formül ağırlıklı olması buna bağlı olarak zor öğrenilmesi trigonometri konusuna yaklaşımı negatifleştirmiş olabilir.

#### 4.2.7. 39-20 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

39-20 kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

### Şekil- 31: 77 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



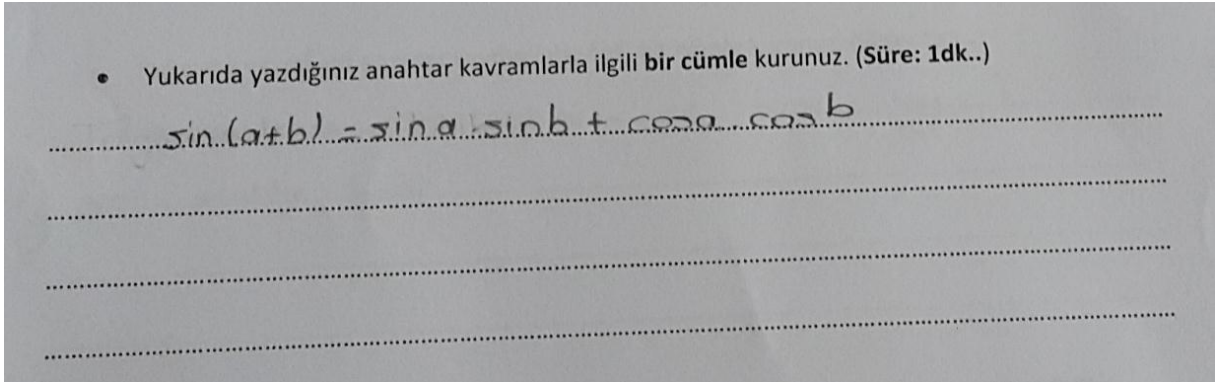
77 numaralı cevap kağıdına cevap kağıdında Trigonometrinin Mısırlılar tarafından kullanılmasından, astronomi bilimi alanında kullanılmasından bahsedilmiş ve günlük hayatta kullanım alanına vurgu yapılmıştır. Cevap kağıtları incelendiğinde trigonometrinin kullanım

alanı örneklerinin az olduğu görülmektedir. Bunun sebebi trigonometri konusunun araştırılmak yerine sınavlara yönelik bilgilerin ezbere öğrenilmesinden olabilir.

#### 4.2.8. 19-0 Kesme Noktasında Trigonometri Anahtar Kavramı ile İlgili Oluşturulan Cümlelerin Analizi

19-0 kesme noktası aralığına giren cevap kelimelerle ilgili kurulan cümlelerin bazıları verilmiştir.

#### Şekil- 32: 42 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Cümle



42 numaralı cevap kağıdına ait cümle yukarıda verilmiştir.  $\sin(a+b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b$  iken  $\sin(a+b) = \sin a \sin b + \cos a \cos b$  şeklinde ifade edilmiştir. Bu hata trigonometride çok fazla formül olması ve bu formüllerin birbirine karıştırılmasından kaynaklı olabilir.

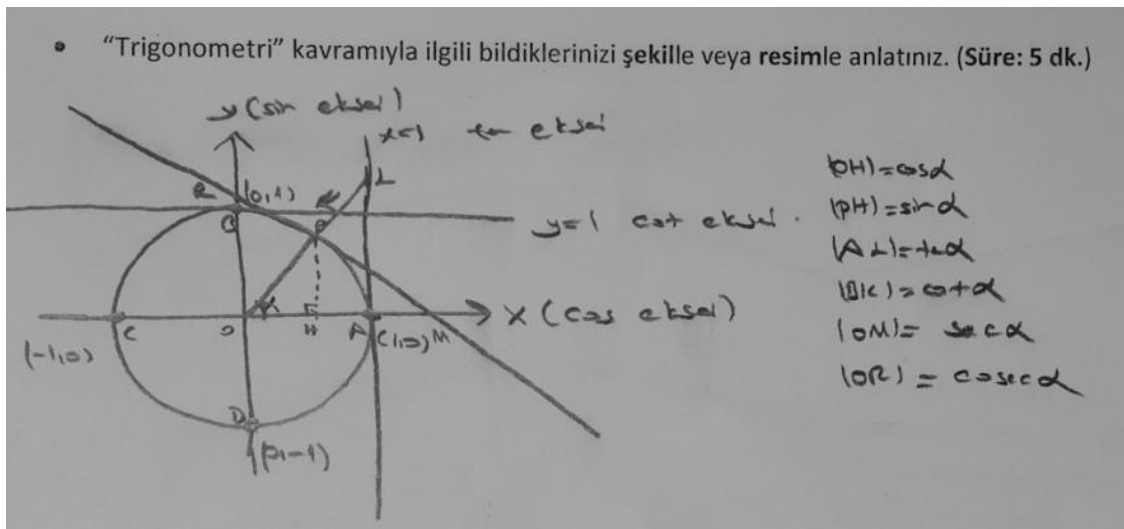
Elde edilen veriler incelendiğinde “Trigonometri” konusunun genelde sinüs, cosinüs, tanjant, cotanjant fonksiyonlarından oluşan, üçgenin kenar ve açıları arasındaki bağıntıları konu edinen ve matematikte önemli bir yer tutan konu olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Trigonometri, birim çember üzerine çizilen bir üçgenle matematiksel hesaplamalar yapmak, birim çemberden yararlanılarak açılarının farklı değerlere dönüşmesini sağlayan bir sistem olarak da görülmektedir. Öğretmen adaylarının “Trigonometri” konusunu cebir konusu olarak, bazılarının geometri konusu olarak bazılarının ise hem cebir hem de geometri konusu olarak gördüğü tespit edilmiştir. Yazılan cümleler incelendiğinde “Trigonometri” konusu içerisinde “grafik”, “periyot”, “esas ölçü”, “derece”, “radyan”, “grad” gibi konular yer almakla birlikte çok formül içeren, genel olarak öğrenilmesinde zorlanılan ve bazı öğrenciler için nefret edilen bir konu olarak görüldüğü tespit edilmiştir.

Verilen cevaplar incelendiğinde “ $\sin(a+b)=\sin a \cdot \sin b + \cos a \cdot \cos b$ ” ifadesinin yazıldığı görülmüştür. Bunun sebebi  $\sin(a+b)$  ifadesinin  $\cos(a-b)$  ifadesi ile karıştırılması olabilir. Matematik öğretmen adaylarına göre LYS konusu olması, türev, integral gibi analiz konularına hakim olabilmek için ön koşul niteliğinde olması ve günlük hayatta kullanım alanının geniş olması “Trigonometri” konusunun önemini arttırmaktadır.

#### 4.3. Trigonometri Anahtar Kavramına İlişkin Oluşturulan Şekil ve Resimlerin İncelenmesi

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kavramıyla ilgili çağrışım yapan kelimelerin yazılmasından sonra, 1dk içerisinde bu kelimelerle ilgili cümle kurulması istenmiş daha sonra da bu kavramla ilgili bilinenleri 5 dk içerisinde şekil ve resimle anlatmaları istenmiştir. Araştırmada “Trigonometri” anahtar kavramına ilişkin oluşturulan şekil ve resimler incelendiğinde genelde üçgen çizimlerinin olduğu ve bu üçgenler aracılığı ile trigonometrik fonksiyonların ve Pisagor teoreminin ifadelendirildiği tespit edilmiştir. Yine “Trigonometri” anahtar kavramı ile ilgili şekil ve resimler incelendiğinde en çok birim çemberin çizildiği görülmüştür. Çizilen birim çemberlerden bir tanesi 44 numaralı cevap kâğıdına aittir. Bu cevap kağıda ait şekil ve çizim aşağıda verilmiştir.

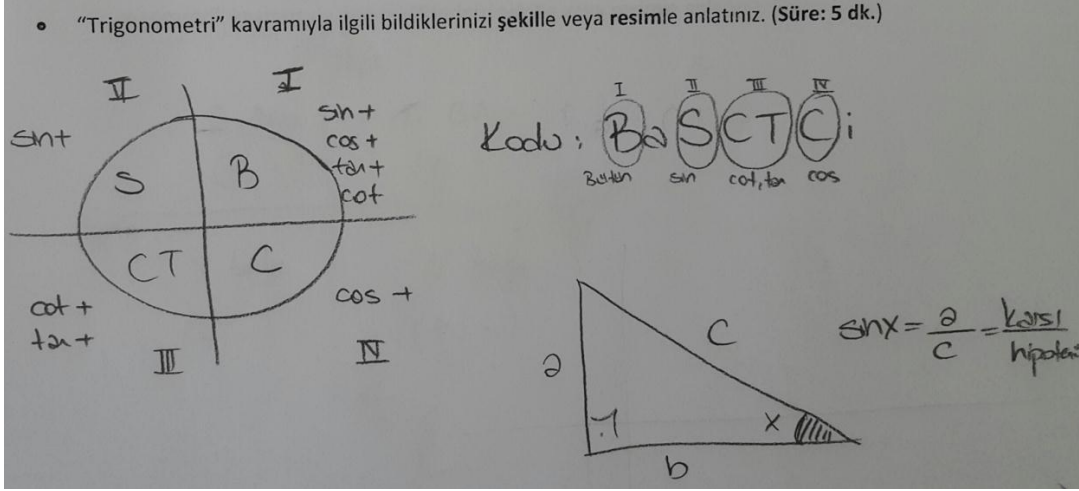
Şekil-33: 44 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim



Araştırmada genelde koordinat ekseninin çizilerek trigonometrik fonksiyonların bölge bazlı incelendiği görülmüştür. Bu incelemede bazı öğrencilerin trigonometrik fonksiyonların

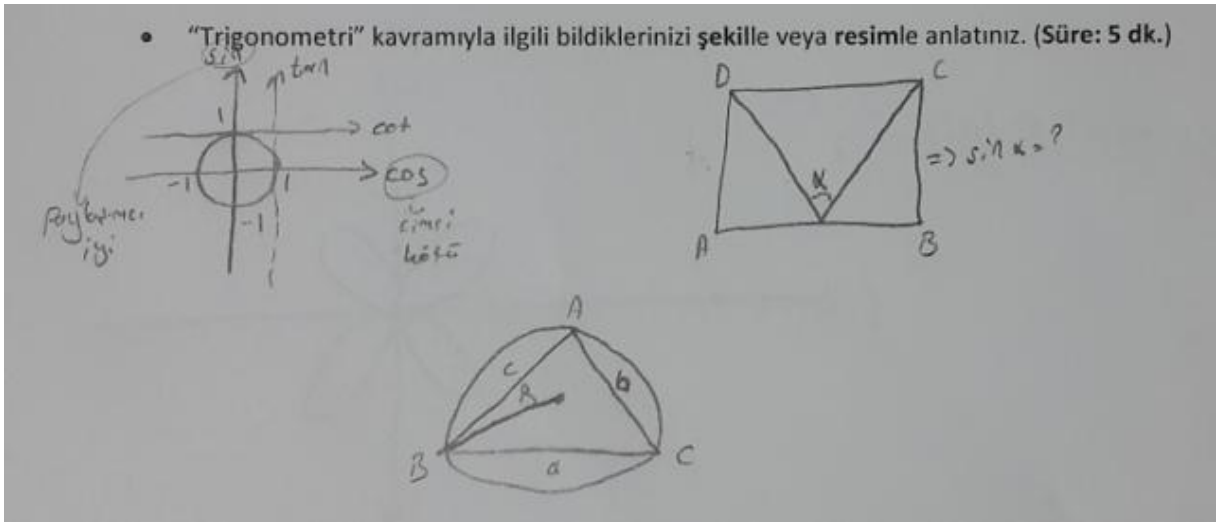
bölge bazlı işaretlerini akılda tutabilmek için kodlama yaptıkları tespit edilmiştir. Bu da bölge bazlı işaret incelemesinin anlamlı öğrenilmesinden ziyade ezbere öğrenildiğinin göstergesidir. 14 numaralı cevap kâğıdına ait şekil ve resim aşağıda verilmiştir.

**Şekil- 34: 14 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim**



Araştırmada elde edilen şekil ve resimler incelendiğinde bazı öğrencilerin çevrel çember, dikdörtgen gibi şekiller çizdikleri görülmüştür. Bu çizimlerden biri de 46 numaralı cevap kâğıdına ait olup bu cevap kâğıdına ait şekil ve resim aşağıda verilmiştir.

**Şekil- 35: 46 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim**

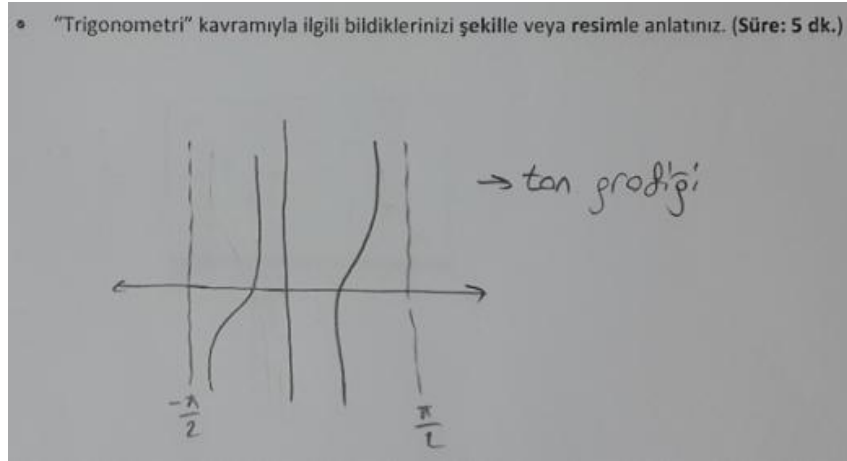


Şekil 35’ te görüldüğü gibi Trigonometri konusu birim çember ile ilişkilendirilmiş ve sinüs, cosinüs, tanjant, kotanjant fonksiyonları birim çember aracılığı ile ifadelendirilmiştir. Araştırmada çizilen şekiller incelendiğinde birim çemberde sinüs ve cosinüs fonksiyonlarının

tanjant ve kotanjant fonksiyonlarına göre daha sık ifade edildiği görülmüştür. Bu da tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının yeterli derecede anlaşılmadığının göstergesi olabilir.

Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile ilgili çizilen şekiller ve resimler incelendiğinde bazı öğrencilerin “tanjant” fonksiyon grafiğini doğru çizdiği, bazılarının ise çizim esnasında küçük yanlışlara düştüğü görülmüştür. Bu çizimlerden biri de 35 numaralı cevap kâğıdına ait olup bu cevap kâğıdına ait şekil ve resim aşağıda verilmiştir.

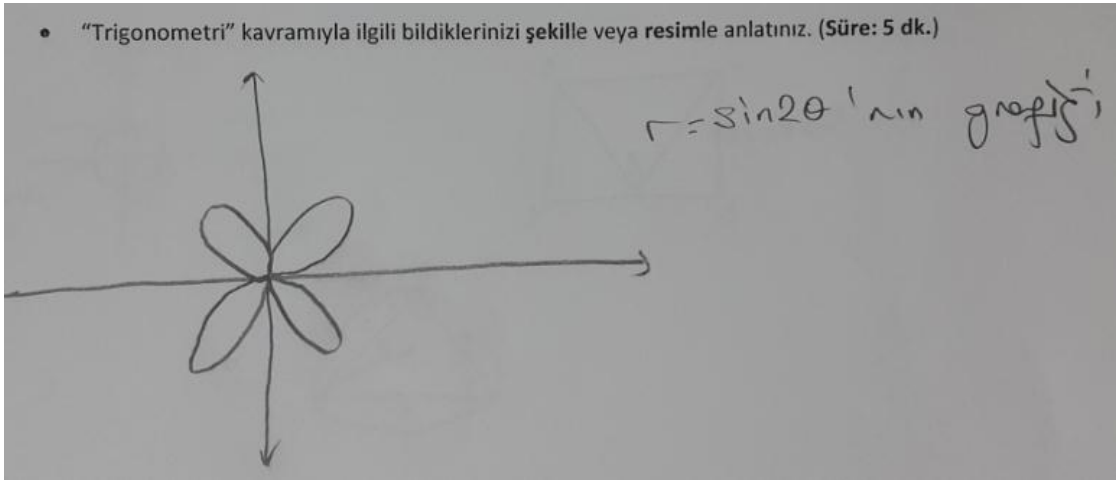
### Şekil- 36: 35 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim



Şekil incelendiğinde tanjant fonksiyonunun tanımsız olduğu aralığın  $-\pi/2$ , 0 ve  $\pi/2$  olarak algılanmış olduğu görülmektedir. Tanjant fonksiyonu cosinüs fonksiyonunun sıfır olduğu yerlerde tanımsız olup  $-\pi/2$  ve  $\pi/2$  değerlerinde tanımsız iken 0 değerinde 0 değerini almaktadır. Bu durumda tanjant fonksiyonunun grafiği 0 dan geçerek yine bu aralıkta aynı şekilde çizilmelidir. Bu yanlış anlayarak öğrenme yerine ezbere öğrenmenin tercih edilmesinden kaynaklı olabilir.

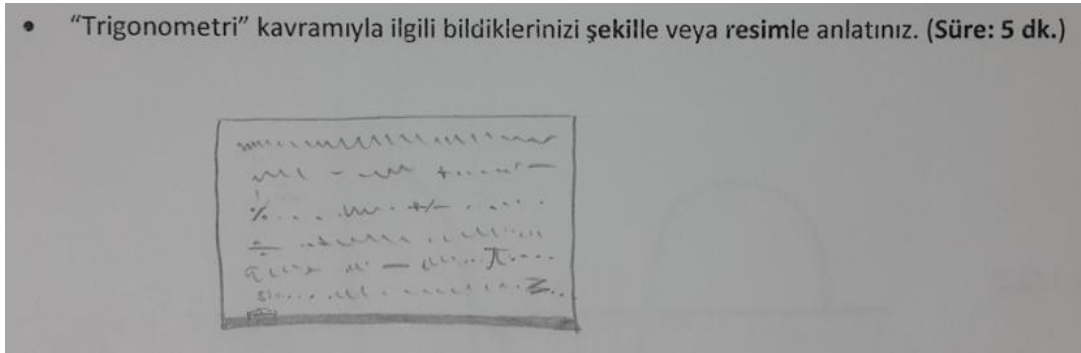
Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi ile ilgili çizilen şekiller incelendiğinde 43 numaralı cevap kâğıdında yer alan çizimin analiz konusu ile ilgili olduğu görülmektedir. İntegral hesaplamalarında Trigonometri kullanıldığı için öğretmen adayı bu şekli çizmiş olabilir.

### Şekil-37: 43 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Şekil ve Resim



Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi için çizilen resim ve şekiller arasında olan 19 numaralı cevap kâğıdına ait şekil ve resim aşağıda verilmektedir.

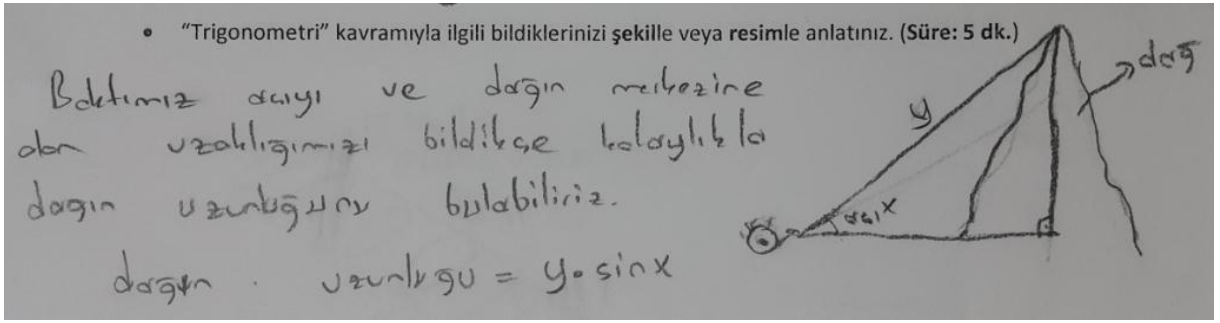
### Şekil-38: 19 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim



Şekil ve kurulan cümlelerden anlaşıldığı kadarıyla birey “Trigonometri” dersini sevmeyen, karışık bir ders olarak görmektedir. Bu şeklin çizimi “Trigonometri” nin formül içerikli bir ders olmasından kaynaklanmış olabilir.

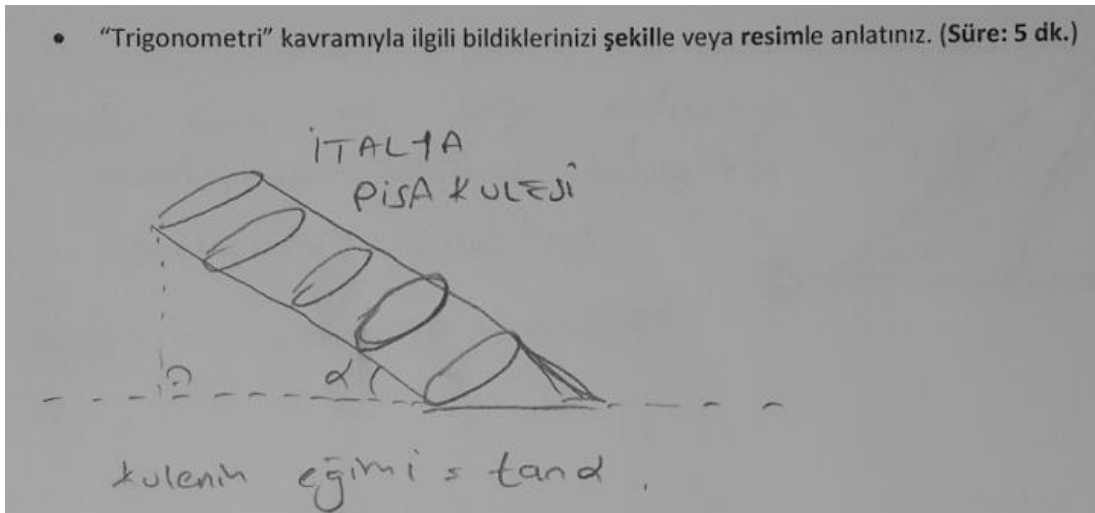
Araştırmada “Trigonometri” anahtar kelimesi günlük hayatta var olan birçok şeyle ilişkilendirilmiş ve buna ilişkin şekil çizimlerinin olduğu görülmüştür. Çizilen şekillerden bir tanesi 89 numaralı cevap kâğıdına ait olup bu cevap kâğıdında dağın uzunluğunun “Trigonometri” ile hesaplanması anlatılmak istenmiştir. Bu anlatıma ait çizimin görüntüsü aşağıda verilmiştir.

### Şekil-39: 89 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim



Trigonometri eğim ile ilgili olup bununla ilgili birçok güncel hayat örnekleri verilebilir. "Trigonometri" konusunun günlük hayatla ilişkilendirilmesine örnek teşkil edecek bir çizim de 88 numaralı cevap kâğıdında bulunmaktadır. 78 numaralı cevap kâğıdına ait çizim ve şekil aşağıda verilmiştir.

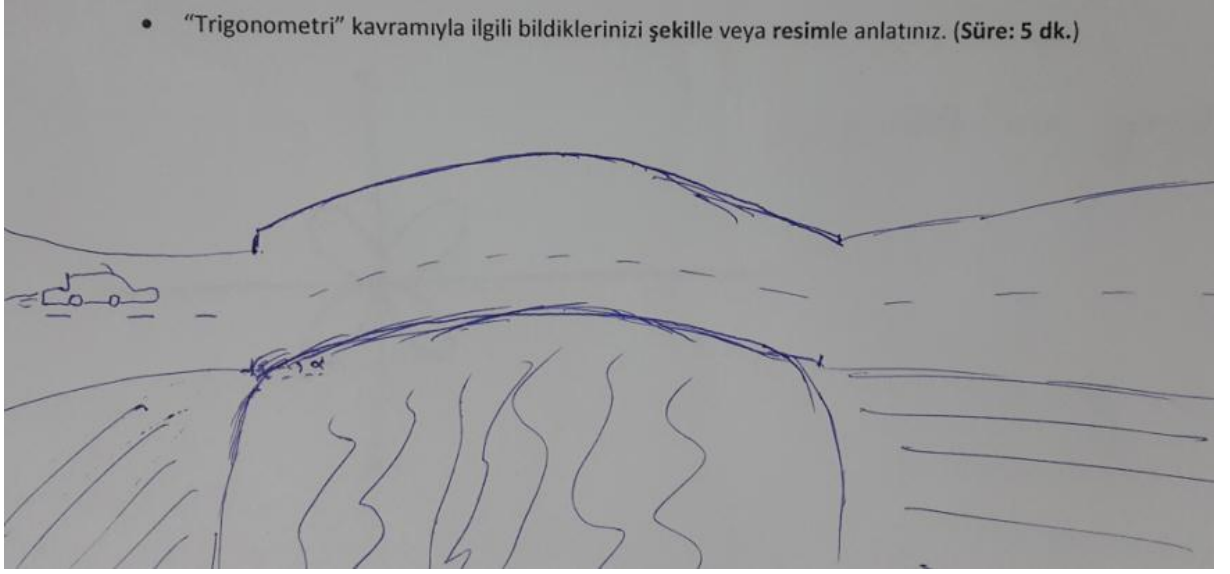
### Şekil-40: 78 Numaralı Cevap Kâğıdına Ait Şekil ve Resim



Şekilde de görüldüğü gibi belli bir açı ile eğik olan kulenin eğimi tanjant fonksiyonu ile hesaplanır. Buda "Trigonometri" konusu ile kulenin ilişkisini göstermektedir.

"Trigonometri" konusunun günlük hayatla ilişkilendirilmesine örnek teşkil edecek başka çizim ve resim de 63 numaralı cevap kâğıdında bulunmaktadır. 63 numaralı cevap kâğıdına ait resim ve şekil aşağıda verilmiştir.

**Şekil-41: 63 Numaralı Cevap Kağıdına Ait Şekil ve Resim**



## 5.BÖLÜM

### TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Matematik soyut kavramlardan oluşan bir bilim dalıdır. Matematikteki bu soyut kavramları ve bu kavramların birbirleriyle ilişkilerini anlamak matematiği iyi öğrenebilmek için ön koşul niteliğindedir. Böylece ezbere öğrenmek yerine anlamlı öğrenme de gerçekleşmiş olacaktır. Anlamlı öğrenmeyi sağlayabilmek, var olan kavram bilgilerini ve bu kavramlar arası ilişkiyi belirleyebilmek, var olan bilişsel yapıyı ortaya çıkarabilmek için kullanılan en yaygın tekniklerden birisi Kelime İlişkilendirme Testidir. Bu araştırmada matematiğin temel konularından birisi olan Trigonometri konusu ile ilgili öğretmen adaylarının bilişsel yapısı Kelime İlişkilendirme Testi ve Çizme-Yazma tekniği kullanılarak ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu bölümde araştırma sonuçları tartışılmış ve araştırma sonuçlarına yer verilmiştir.

#### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada öğretmen adaylarından bazılarının anlamlı öğrenme yerine ezbere öğrenmeyi tercih ettiği, bazı kavramları ve bu kavramlar arası ilişkileri iyi kavrayamadıkları tespit edilmiştir. Bu araştırmada Trigonometri konusunun birim çember ile ilişkilendirildiği, birim çemberde sinüs ve cosinüs fonksiyonlarının tanjant ve cotanjant fonksiyonlarına göre daha iyi ifade edilebildiği görülmüştür. Bazı öğretmen adaylarının tanjant ve cotanjant fonksiyonlarının grafik çiziminde sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bazı öğretmen adaylarının trigonometrik fonksiyonların bölge bazlı işaret incelemesi için şifrelemeler yaptıkları tespit edilmiştir. Bu da onların anlamlı öğrenme yerine ezbere öğrenmeyi tercih ettiklerini göstermektedir. Aydın (2007), yaptığı çalışmada Trigonometri konusunda çok fazla formül olduğunu ve öğrencilerin genelde anlamlı öğrenme yerine ezbere öğrenmeyi tercih ettiklerini tespit etmiştir ve ezbere öğrenmenin önüne geçebilmek için kavram öğretiminin önemine vurgu yapmıştır. Güntekin (2010), öğrencilerin büyük çoğunluğunun Trigonometrik kavramları öğrenmede güçlük çektiğini, bu konuda işlemsel bilgi ve kavramsal bilgi ilişkisini iyi kuramadıklarını belirtmiştir. Öğrencilerin özellikle üçgen, çokgen, analitik düzlem, çemberin analitiği temel fonksiyon bilgilerinde eksiklik olduğunu vurgulamıştır.

Taş (2013), yapmış olduğu araştırmada sinüs ve cosinüs fonksiyonlarının işaretlerinin birim çember aracılığı ile ifadelendirildiğini, birim çemberde sinüs ve cosinüs fonksiyonlarını rahatlıkla gösterdiklerini fakat tanjant ve cotanjant fonksiyonlarını göstermede sıkıntı yaşadıklarını tespit etmiştir. Güntekin (2010) yapmış olduğu çalışmada, öğrencilerin açılardan radyan cinsinden ifadesinde, birim çember ve trigonometri ilişkilendirmesinde, trigonometrik fonksiyonların tersinin bulunmasında, trigonometrik fonksiyonlarda periyot bulma işleminde sorunlar yaşadıklarını belirtmiştir ve bu durum bu araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu araştırmada Trigonometri anahtar kelimesi ile “Hipotenüs Teoremi” cevap kelimesinin ilişkilendirildiği görülmüştür. Böyle bir ifade olmamasına rağmen bu ifadenin kullanımı “Hipotenüs” uzunluğunun “Pisagor Teoremi” aracılığı ile bulunması ve bu yönde yanlış oluşmasından kaynaklı olabilir. Bu araştırmada Trigonometri kelimesi Pi ve Pi Fonksiyonu cevap kelimeleri ile ilişkilendirilmiştir. “Pi fonksiyonu” ifadesi literatürde bulunmamasına rağmen Trigonometri anahtar kelimesi ile “Pi Fonksiyonu” cevap kelimesinin ilişkilendirilmesi Euler’ in fi fonksiyonunun çağrışım yapmasından kaynaklı olabilir.

Araştırmada Trigonometri anahtar kelimesi ile “Tam Açık Formülleri” cevap kelimesinin ilişkilendirildiği görülmüştür. Böyle bir ifade bulunmamasına rağmen bu ilişkilendirmenin yapılmasının sebebi “Yarım Açık Formülleri” nin “Tam Açık Formülleri” ni çağrıştırmamasından olabilir. Ayrıca bu araştırmada bazı cevaplarda toplam- fark formüllerinin karıştırıldığı görülmüştür. Örnek (2007) yapmış olduğu çalışma sonucunda, Trigonometri konusunun çok fazla formül içermesinden dolayı bazı yanlışların ortaya çıkabildiğini belirtmiştir. Tekin ve Konyalıoğlu (2010) yaptıkları çalışmada toplam ve fark formülleri üzerinde durmuş ve ezbere öğrenmenin önüne geçebilmek için görselleştirmeye önem verilmesi gerektiğini vurgulamışlar böylece kavramlar arası ilişkinin daha iyi kurulabileceğini belirtmişlerdir.

Araştırmada “Derece”, “Radyan” ve “Grad” dönüşümlerinde  $\pi$  görülen yerlere 3,14 yazılması gerekirken 180 yazdıkları görülmüştür. Akbaş (2008) “Açık ölçü birimleri” ile ilgili yaptığı incelemede 1 radyan = 180° eşitliğinin yazıldığını görmüş ve radyan konusu ile ilgili olan yerlerde  $\pi$  görülen yerlere 180° yazdıklarını tespit etmiştir.

Araştırmada Trigonometri anahtar kelimesi ile “Dönme” ve “Öteleme” cevap kelimeleri ilişkilendirilmiştir. Trigonometri ile “Dönme” dönüşüm konusunun ilişkisi var olup

“Öteleme” dönüşüm konusunun ilişkisi bulunmamaktadır. Bu ilişkilendirmenin sebebi “Dönme” kelimesinin “Öteleme” kelimesini çağrıştırmaması olabilir.

Araştırmada Trigonometri anahtar kelimesi ile “Cosinüs Teoremi” ve “Sinüs Teoremi” cevap kelimeleri ilişkilendirilirken “Tanjant Teoremi” ile ilişkilendirme yapılmamıştır.

Araştırmada Trigonometri anahtar kelimesi bazı cevap kağıtlarında “zor”, “sevilmeyen konu”, “ezber” gibi kelimeler kullanılarak ifadelendirilmiştir. Bu ilişkilendirme Trigonometri konusunun formül ağırlıklı bir ders olarak görülmesinden kaynaklı olabilir. Doğan (2001) yapmış olduğu çalışmada, trigonometri konusunun öğrencilerin belli bir kısmı tarafından sevilmediğini ve bunun sebebinin bazı kavram eksiklerinin oluşu, trigonometrinin öğrenciler tarafından öğrenilmesi mecburi bir ders olarak görülmesi olarak belirtmiştir.

## 5.2. Öneriler

Soyut konulardan oluşan matematik bilimi için anlamlı ve kavramsal öğrenme büyük önem taşımaktadır. İyi öğrenilmeyen bir kavram ilerde düzeltilemez kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilir. Bunun için kavramlar zihine doğru ve birbiriyle ilişkili bir şekilde yerleşmelidir. Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak şu önerilerde bulunabilir:

1. Matematik soyut kavramlar içeren bir bilim dalı olduğundan matematiğin diğer konularında da var olan bilişsel yapıyı ortaya koymak için Kelime İlişkilendirme Testi uygulanabilir.

2. Bu çalışma matematik öğretmen adaylarına yönelik yapılmıştır. Benzer bir araştırma ortaöğretim öğrencileri için de yapılabilir.

3. Bu çalışmada öğretmen adaylarına Kelime İlişkilendirme Testi uygulanmış ve araştırmadaki ifadelerle yönelik öğretmen adayları ile görüşme yapılmamıştır. Kısa süreli görüşmeler yapılarak kategori oluşturma süreci hızlandırılabilir.

4. Bu çalışma mevcut durumu ortaya koymaya yöneliktir ve Trigonometri konusunda var olan kavram, kavramlar arası ilişki ve kavram yanlışlarını ortaya koymaya çalışmıştır. Öğretim ortamının düzenlenerek öğretmen adaylarının Trigonometri konusunda bilişsel yapılarının nasıl değiştiğini inceleyen araştırmalar yapılabilir.

## EK-1. KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ

Ad Soyad (Öğrenci No):

Cinsiyet:

Yaş:

- “TRİGONOMETRİ” kavramı size hangi kavramları çağrıştırıyor? “TRİGONOMETRİ” kavramının çağrıştırdığı **10 kavramı** yazınız. (Süre: 1dk.)

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

TRİGONOMETRİ:.....

- Yukarıda yazdığınız anahtar kavramlarla ilgili **bir cümle** kurunuz. (Süre: 1 dk.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Trigonometri kavramıyla ilgili bildiklerinizi **şekille** veya **resimle** anlatınız. (Süre: 5 dk.)

## KAYNAKLAR

Adıgüzel, A. (2009). Yenilenen İlköğretim Programının Uygulanması Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar- The Problems Encountered During The Application of The New Primary Education Program. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. (17), 77-94.

Ağaç, G. (2009). *Lise Öğrencilerinin Trigonometri Öğrenme Alanında Grafik Hesap Makinesi Kullanımının Akademik Başarıya ve Problem Çözme Becerisine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Akbaş, N. (2008). *10. Sınıf Öğrencilerinin Radyan Kavramına İlişkin Sahip Olduğu Yanılgıların Giderilmesine Yönelik Bir Öğretim Sürecinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Akpınar, B. (2010). Yapılandırmacı Yaklaşımda Öğretmenin, Öğrencinin ve Velinin Rolü. *Eğitime Bakış*, 6 (16), 16-20.

Akkoyunlu B. ve Yılmaz, M. (2005). Türetimci Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28: 9-18.

Aktaş, M. (2015). *Basının Gündeminde 6-7 Eylül Olayları: Hürriyet ve İstanbul Ekspres Üzerine Bir İçerik Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Aktümen, M. (2013). Dik Üçgenden Birim Çembere Trigonometrik Fonksiyonlar (Editörler: İsmail Özgür Zembat, Mehmet Fatih Özmantar, Erhan Bingölbali, Hakan Şandır, Ali Delice). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*. Ankara: Pegem Akademi, 416-435.

Aktürk, A.O., Şahin, İ. (2011). Üstbiliş Ve Bilgisayar Öğretimi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 31, 383-407.

Akyol, S. ve Fer, S. (2010). Sosyal Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Tasarımının Öğrenenlerin Akademik Başarılarına ve Öğrenmenin Kalıcılığına Etkisi Nedir? *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*. 11 (13), 882-888. ISBN: 978 605 364 104 9.

Alkan, H. ve Bukova Güzel, E. (2005). Öğretmen Adaylarında Matematiksel Düşünmenin Gelişimi- Development of Mathematical Thinking in The Student Teachers GÜ, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 221-236.

Altun, M. (2006). Matematik Öğretiminde Gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XIX (2), 223-238.

Aydemir, A. (2014). *Ortaokul 7.Sınıf Öğrencilerinin Beşeri Coğrafya Kavramlarına İlişkin Algularının Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aydın, N. (2007). *İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Konusunda Karşılaştıkları Sorunlar*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Ayres, F. (1954). *Theory and Problems of Plane and Spherical Trigonometry*. Schaum Publishing Co. New York.

Bahar, M., Johnstone, A. H. ve Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of Students' Cognitive Structure in Elementary Genetics Through Word Association Tests. *Journal of Biological Education*, 33 (3), 134-141.

Bahar, M. ve Özatlı, N. S. (2003). Kelime İletişim Test Yöntemi ile Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Canlıların Temel Bileşenleri Konusundaki Bilişsel Yapılarının Araştırılması. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (2), 75-85.

Bahar, M. ve Özatlı, N.S. (2010). Öğrencilerin Boşaltım Sistemi Konusundaki Bilişsel Yapılarının Yeni Teknikler ile Ortaya Konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 10 (2), 9-26.

Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.

Baki, A. ve Mandacı Şahin, S. (2013). Matematik Gücünün Değerlendirilmesi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 208-227.

Bal, H. (2016). *Türkiye'de Düzenlenen Uluslararası Spor Bilimleri Kongrelerinde Sunulan Bildirilerin İçerik Analizi Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

Benibil, O. ve Erdoğan, A. (2016). *Matematik Öğretmen Adaylarının İstatistik Kavramlarıyla İlgili Bilişsel Yapıları*. 1<sup>st</sup> International Academic Research Congress. [http://congress.inescongress.com/2016/full\\_text\\_2016.pdf](http://congress.inescongress.com/2016/full_text_2016.pdf)

Bentley, P.J. (2011). *Sayılar Kitabı*, İstanbul: NTV Yayıncılık, 8-13.

Billstein, R., Libeskind, S. ve Lott, J. Introductory Geometry. (2014). *Pearson New International Edition*. ISBN-13: 978-1-292-02509-4.

Bostancı, Ö. (2012). *Simetrik Hiperbolik Fonksiyonlar ve Bir Kriptografik Uygulama Üzerine*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bukova Güzel, E. (2008). Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Düşünme Süreçlerine Olan Etkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 3 (4), 678-688.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012). Bilimsel Araştırmanın Temelleri. *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi. 2-35.

Cambridge University Online Dictionary.

Can, E. (2016). *Fibonacci Hiperbolik Fonksiyonlar İçin Eşitsizlikler*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Canbolat, N. (2011). *Matematik Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri ile Düşünme Stilleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Cangöz, B. (2005). Geçmişten Günümüze Belleği Açıklamaya Yönelik Yaklaşımlara Kısa Bir Bakış. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 51-62.

Cengizhan, S. (2011). Modüler Öğretim Tasarımıyla Entegre Edilmiş Kavram Karikatürleri Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 36 (160), 93-104.

Coşkun, M. (2013). *Matematik Kavramları Öğretiminde Öyküleştirme Yönteminin Tutuma ve Başarıya Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırşehir.

Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15 (1), 123-136.

Çağırğan Gülten, D., Ergin, H. ve Avcı, R. (2009). Bilgiyi İşleme Kuramı ve Anlamlandırmanın Matematik Öğretimi Üzerindeki Etkisi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı: 12 (2009-2), 1-10.

Çakıroğlu, E. (2013). Matematik Kavramlarının Tanımlanması. (Editörler: İsmail Özgür Zembat, Mehmet Fatih Özmantar, Erhan Bingölbali, Hakan Şandır, Ali Delice). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*. Ankara: Pegem Akademi. 1-13.

Çandar, H. ve Şahin, A.E. (2013). Yapılandırmacı Yaklaşımın Sınıf Yönetimine Etkilerine İlişkin Öğretmen Görüşleri - Teachers' Views About Effects of Constructivist Approach on Classroom Management. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [H. U. Journal of Education]*, 44: 109-119.

Çetin, O. (2012). Kavram Ağları ve Kavram Haritaları. <http://oguzcetin.gen.tr/kavram-aglari-ve-kavram-haritalari.html>.

Çıldır, İ. ve Şen, A. İ. (2006). Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavram Haritalarıyla Belirlenmesi. *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, (H.U. Journal of Education)* 30, 92-101.

Delice, A. ve Karaaslan, G. (2015). Dinamik Geometri Yazılımı Etkinliklerinin Öğrenci Performansları Bağlamında İncelenmesi: Analitik Düzlemde Doğru Denklemleri. *Eğitim Bilimleri Dergisi / Journal of Educational Sciences*, 41, 35-57 ISSN: 1300-8889.

Delil, E.Z. (2014). *Trigonometrik İfadelerin Sadeleştirilmesi Sürecinin İncelenmesi: Tanıma ve Hatırlama*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demetgül, Z. (2001). *Trigonometri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Demirbaş, M., Tanrıverdi, G., Altınışık, D. ve Şahintürk, Y. (2011). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çözümler Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi*. Sakarya University Journal of Education, 1 (2), 52-68.

Demircioğlu, H., Vural, S. ve Demircioğlu, G. (2012). “React” Stratejisine Uygun Hazırlanan Materyalin Üstün Yetenekli Öğrencilerin Başarısı Üzerine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31 (2), 101-144.

Doğan, A. (2001). *Genel Liselerde Okutulan Trigonometri Konularının Öğretiminde Öğrencilerin Yanılgıları, Yanlışları ve Trigonometri Konularına Karşı Öğrenci Tutumları Üzerine Bir Çalışma*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Doğan, A. ve Abdildaeva, E. (2013). Trigonometrik Denklem Sistemlerinin Çözümünde Görsel ve Analitik Uygulama Üzerine Bir Çalışma. *MJEN MANAS Journal of Engineering*, <http://journals.manas.edu.kg>, 1 (1), 51-58.

Ekici, G., Gökmen, A. ve Kurt, H. (2014). Öğretmen Adaylarının “Bilgisayar” Kavramı Konusundaki Bilişsel Yapılarının Belirlenmesi - Determining Student Teachers’ Cognitive Structure on the Concept of “Computer”. *GEFAD / GUJGEF*, 34 (3): 357-401.

Emlek, B. (2007). *Dinamik Modelleme ile Bilgisayar Destekli Trigonometri Öğretimi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Ercan, F., Taşdere, A. ve Ercan, N. (2010). Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Bilişsel Yapının ve Kavramsal Değişimin Gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi- Journal of Turkish Science Education*, 7 (2), 136-154.

Erdoğan, A. (2007). *Kavram Haritalarının Calculus Öğretiminde Kullanılması*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Erdoğan, A. (2016). Determining Pre-service Mathematics Teachers' Conceptual Structures About Geometry. *IABC, 2016 IEC&2016 ISEC Proceedings*. 1-588.

Eren, F. (2012). *İlköğretim Öğrencilerinin Bilişim Teknolojileri Algularının Kelime İlişkilendirme Testi Kullanılarak İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Eser, H., Çetin, G., Özarslan, M. ve Işık, E. (2015). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Mikroplara İlişkin Görüşlerinin Çizme-Yazma Tekniğine Göre İncelenmesi. *Uluslararası Eğitim, Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 1 (1), 17-35.

Eşlik, G. A. (2003). *Bir Bağlam İçinde Sunulan Problemlerin ve Öğrenci Merkezli Öğretim Uygulamalarının Kullanımının 10.Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Başarısı ve Trigonometri Hakkındaki Görüş ve Alguları Üzerindeki Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Faydacı, S. (2008). *İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerine Geometrik Dönüşümlerden Öteleme Kavramının Bilgisayar Destekli Ortamda Öğretiminin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Fidan, N. (2012). *Okulda Öğrenme ve Öğretme. (3.Basım)*. Ankara: Pegem Akademi.

Gökbaş, H. ve Erdoğan, A. (2016). Matematik Öğretmen Adaylarının Fonksiyon Hakkındaki Kavramsal Yapıları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*. 5 (3), 208-217.

Güntekin, H. ve Akgün, L. (2011). Trigonometrik Kavramlarla İlgili Öğrencilerin Sahip Olduğu Hatalar ve Öğrenme Güçlükleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi: 1 (40)*, 98-113.

Güntekin, H. (2010). *Trigonometri Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Öğrenme Güçlüklerinin ve Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Gültekin, M., Karadağ, R. ve Yılmaz, F. (2007). Yapılandırmacılık ve Öğretim Uygulamalarına Yansımaları. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi- Anadolu University Journal of Social Sciences*, 7 (2), 503-528.

Gündüz, A. (2015). *İnternet Güvenliği Üzerine 2000-2014 Yılları Arasındaki Çalışmaların Bir İçerik Analizi: Riskler, Risklere Etki Eden Faktörler ve Metodolojik Yönelimler*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Güzel, S. (2015). *1998-2012 Yılları Arasındaki Ortaöğretim Kurumlarına Giriş Sınavlarının Fen ve Teknoloji Testi Bakımından İçerik Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.

İşıklı, 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.

İnel, D., Balım, A. G. ve Evrekli, E. (2009). Fen Öğretiminde Kavram Karikatürü Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3 (1), 1-16.

İpek, A. S. (2013). Karmaşık Sayılar: Gerçek ve Sanalın Birlikteliği. (Editörler: İsmail Özgür Zembat, Mehmet Fatih Özantar, Erhan Bingölbali, Hakan Şandır, Ali Delice). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*. Ankara: Pegem Akademi, 127-137.

Kabael, T., Barak, B. ve Özdaş, A. (2015). Öğrencilerin Limit Kavramına Yönelik Kavram İmajları ve Kavram Tanımları. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 5 (1), 88-114.

Kablan, Z., Baran, T. ve Hazer, Ö. (2013). İlköğretim Matematik 6-8 Öğretim Programında Hedeflenen Davranışların Bilişsel Süreçler Açısından İncelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 14 (1), 347-366.

Kanlı, U. (2019). Yapılandırmacı Kuramın Işığında Öğrenme Halkası'nın Kökleri ve Evrimi-Örnek Bir Etkinlik- Roots and Evolution of Learning Cycle Model in Light of Constructivist Theory-A Sample Activity. *Eğitim ve Bilim- Education and Science*, 34 (151), 45-64.

Kaptan, F. (1998). Fen Öğretiminde Kavram Haritası Yönteminin Kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14: 95-99.

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 E-Dergi*, 3 (1), 2-10. <http://ilkoğretim-online.org.tr>.

Karp, K. S., Walle J. A., Williams, J. M. (2013). İlkokul ve Ortaokul Matematiği. (Çeviren: Soner Durmuş). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Kaya, B. ve Akış, A. (2015). Coğrafya Öğrencilerinin "Hava" Kavramıyla İlgili Bilişsel Yapılarının Kelime İlişkilendirme Testi ile Belirlenmesi. *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10 (7), 558-574.

Kaya, F. (2010). *Fen bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Bilgisayar Destekli Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Kaya, O.N. (2003). Fen Eğitiminde Kavram Haritaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 70-79.

Kazci, Y. (2008). *Fen ve Matematik Öğretmen Adaylarının Vektör Uzayları Teorisinde Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Keleş, E. ve Çepni, S. (2006). Beyin ve Öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi- Journal of Turkish Science Education*, 3 (2), 67-82.

Kember, (1997); Samuelowicz, K. ve Bain, J. D. (2001). *Constructive Alignment of Teaching & Approaches to Teaching & Student Learning*. (Aktaran: Nevgi, A. 2015).

Keskin, E. ve Örgün, E. (2015). Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Sürdürülebilir Turizm Olgusunun Kavramsal Analizi: Ürgüp Örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3 (1), 30-40.

Kılıç, D. ve Sağlam, N. (2004). Biyoloji Eğitiminde Kavram Haritalarının Öğrenme Başarısına ve Kalıcılığına Etkisi- The Effect of the Concept Maps on Achievement and Retention of Learning in Biology Education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27: 155-164.

Kıral, E. M. (2004). Euler  $\varphi$  Fonksiyonu. *Matematik Dünyası*. 39-41.

Konyalıoğlu, A. C, Gedik, M. ve Özkaya, S. D. (2012). *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (2,Ek:A): 27-32.

Korkmaz, Ö. ve Mahiroğlu, A. (2007). Beyin Bellek ve Öğrenme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15 (1), 93-104.

Köroğlu, H. ve Yeşildere, S. (2004). İlköğretim Yedinci Sınıf Matematik Dersi Tamsayılar Ünitesinde Çoklu Zeka Teorisi Tabanlı Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 25-41.

Kurt, H. (2013). Biyoloji Öğretmen Adaylarının “Bağışıklık” Konusundaki Bilişsel Yapıları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*. 21, 242-264.

Kurt, H. (2013). Biyoloji Öğretmen Adaylarının “Enzim” Konusundaki Bilişsel Yapılarının Belirlenmesi Determining Biology Student Teachers’ Cognitive Structure on the Concept of “Enzyme”. *GEFAD / GÜJGEF*, 33 (2): 211-243.

Kurt, H. ve Ekici, G. (2013). What Is A Virus? Prospective Biology Teachers’ Cognitive Structure on the Concept of Virus. *International Online Journal of Educational Sciences*. 5 (3), 736-756.

Kurt, H. ve Ekici, G. (2013). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bağımsız Kelime İlişkilendirme Testi ve Çizme-Yazma Tekniğiyle “Osmoz” Kavramı Konusundaki Bilişsel Yapılarının Belirlenmesi. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume*. 8 (12), 810-829.

Moralı, S., Korođlu, H. ve elik, A. (2004). Buca Eğitim Fakóltesi Matematik Öğretmen Adaylarının Soyut Matematik Dersine Yönelik Tutumları ve Rastlanan Kavram Yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 24 (1), 161-175.

Nasibov, F. ve Kaçar, A. (2005). Matematik ve Matematik Eğitimi Hakkında. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13 (2), 339-346.

Nevgi, A. (2015). Constructive Alignment of Teaching & Approaches to Teaching & Student Learning. TED, Ankara, Turkey October, 21, 2015 – First Day of Workshop for Academics. Centre for Research and Development of Higher Education University of Helsinki.

Ocak, G., Koçyiğit, M. ve Özermen, E. (2010). Yapılandırmacı Yaklaşım. *Eğitime Bakış*, 6 (16), 46-50.

Olkun, S. ve Toluk Uçar, Z. (2014). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. (6. Basım). Ankara: Eğiten Kitap, 1-24.

Önel, A. ve Yüce, Z. (2016). Determining The Cognitive Structures of Science Teacher Candidates On “Evolution” Through Word Association Test. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi – Journal of Educational Sciences Research*, 6 (1), 23-39.

Örnek, S. (2007). *Trigonometrik Kavramların Canlandırma Yöntemiyle Öğrenilmesinin Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 713-740.

Öztürk, B. (2012). *Geogebra Matematik Yazılımının İlköğretim 8.sınıf Matematik Dersi Trigonometri ve Eğim Konuları Öğretiminde, Öğrenci Başarısına ve Van Hiele Geometri Düzeyine Etkisi*. Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Pappas, T. (2007). *Yaşayan Matematik*. İstanbul: Doruk Yayımcılık, s9.

Peker, M. ve Mirasyedioğlu, ř. (2008). Pre-Service Elementary School Teachers' Learning Styles and Attitudes towards Mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4 (1), 21-26.

Polat, G. (2013). Determination of The Cognitive Structures of Year Secondary School Students Through Word Association Test Techniques. *Necatibey Eğitim Fakóltesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 7 (1), 97-120.

Phillips, R., McNaught,C. ve Kennedy, G. (2010). Towards a generalised conceptual framework for learning: the Learning Environment, Learning Processes and Learning Outcomes (LEPO) framework. *ED-MEDIA Proceedings of the 22nd annual World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, Toronto,

Canada, 28 June–2July. Chesapeake VA: Association for the Advancement of Computers in Education, 2495–2504.

Sağlam, Y., Kanadlı, S. ve Uşak, M. (2012). Bağlamın Öğrencilerin Kavram İmajları Üzerine Etkisi. *Journal of Turkish Science Education*.

Saraç, A. (2008). *Öğretmen Öz-Yeterliliğinin Öğrenci Trigonometri Öz-Yeterliliği ve Öğrenci Trigonometri Başarısı ile İlişkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Sezen, G. ve Çimer, A. (2009). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının İnsanda Dolaşım Sistemi Konusundaki Kavramları Anlama Seviyelerinin Kavram Haritası ve Kelime İlişkilendirme Testi ile Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *I. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulan bildiri*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Somuncuoğlu, Y. ve Yıldırım, A. (1998). Öğrenme Stratejileri: Teorik boyutları, Araştırma Bulguları ve Uygulama İçin Ortaya Koyduğu Sonuçlar. *Eğitim ve Bilim*, 22 (110), 31-39.

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.

Şahin, F. (2002). Kavram Haritalarının Değerlendirme Aracı Olarak Kullanılması ile İlgili Bir Araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (11), 17-32.

Şahin, Ç., Bülbül, E. ve Durukan, Ü.G. (2013). Öğrencilerin Gök Cisimleri Konusundaki Alternatif Kavramlarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1 (2), 38-64.

Şimşek, M. (2013). Sosyal Bilgiler Öğretmen Adaylarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (cbs) Konusundaki Bilişsel Yapılarının ve Alternatif Kavramlarının Kelime İlişkilendirmesi Testi ile Belirlenmesi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü 65-75. 8-9 Kasım 2013 Nevşehir Üniversitesi 4. Ulusal İlköğretim Bölümleri Öğrenci Kongresi Bildiri.

Tarhan, V. (2007). *Lise 2. Sınıfta Oluşturmacı Yaklaşımla Sunulan Trigonometri Öğretiminin Öğrencilerin Tutum ve Başarılarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Taş, A. (2013). *Lise Öğrencilerinin Trigonometri Konusu Özelinde Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Tatar, E. ve Kağızmanlı, T.B. (2015). Matematik Öğretmeni Adaylarının Dinamik Bir Materyali Hazırlama Süreçlerinin İncelenmesi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 119-142.

Tay, B. (2005). Sosyal Bilgiler Ders Kitaplarında Öğrenme Stratejileri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 209-225.

Tekin, B. (2010). *Ortaöğretim Düzeyinde Trigonometri Kavramlarının Öğrenilmesinde Görselleştirme Yaklaşımının Etkililiğinin Araştırılması*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Tekin, B. ve Konyalıoğlu, A. C. (2010). Trigonometrik Fonksiyonların Toplam ve Fark Formüllerinin Ortaöğretim Düzeyinde Görselleştirilmesi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5 (1-11), 24-36.

Tuna, A. (2011). *Trigonometri Öğretiminde 5e Öğrenme Döngüsü Modelinin Öğrencilerin Matematiksel Düşünme ve Akademik Başarılarına Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Turan, S. B. ve Erdoğan, A. (2016). Matematik Öğretmen Adaylarının “Süreklilik” ile İlgili Kavramsal Yapıları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*. 5 (3), 194-207.

Turan, S. B. ve Erdoğan, A. (2017). Matematik Öğretmen Adaylarının “Limit” ile İlgili Kavramsal Yapılarının İncelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*. 6 (1), 397-410.

Umay, A. (1996). Matematik Eğitimi ve Ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12: 145-149.

Ültay, N. (2014). 12.Sınıf Öğrencilerinin Güçlü ve Zayıf Etkileşimler Hakkındaki Kavramsal Bilgilerinin Belirlenmesi-Determination of 12th Grade Students' Conceptual Knowledge about Strong and Weak Interactions. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı: 32, (1-21).

Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. Sınıf Geometri Konularını Dinamik Geometri Yazılımı Geometer's Sketchpad ile Öğrenmenin Başarıya, Kalıcılığa Etkisi ve Öğrenci Görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yavuz, İ. (2013). İntegral Kavramı ve Uygulama Alanları. (Editörler: İsmail Özgür Zembat, Mehmet Fatih Özmandar, Erhan Bingölbali, Hakan Şandır, Ali Delice). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*. Ankara: Pegem Akademi, 557-571.

Yemen-Karpuzcu ve Işıksal-Bostan (2013). Geometrik Cisimler: Silindir, Prizma, Koni, Piramit ve Kürenin Matematiksel Anlamı. (Editörler: İsmail Özgür Zembat, Mehmet Fatih Özmandar, Erhan Bingölbali, Hakan Şandır, Ali Delice). *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar*. Ankara: Pegem Akademi, 273-290.

Yenilmez, K. ve Ata, A. (2013). Matematik Okuryazarlığı Dersinin Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlığı Özyeterliliğine Etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6 (2), 1803-1816.

Yılmaz Kaleli, G., Ertem, E. ve Güven, B. (2010). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri'nin 11.Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Konusundaki Öğrenmelerine Etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1 (2), 200-216.

Yılmaz, S. (2005). Bilgi İşleme Modeline Dayalı Bir Dersin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Manyetizma Konusundaki Başarılarına Etkisi-The Effect of Information Processing Model Based Lesson On Preservice Science Teacher's Achievement in Magnetism. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28: 236-243.

Yüce, Z. ve Önel, A. (2015). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyoçeşitliliğe İlişkin Kavramsal İlişkilendirme Düzeyleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 326-341.

Zembat, İ.Ö. (2013). Asimilasyon Prensiplerinin Anlamının Öğretmen Adaylarınca Kavranması ve Takdir Edilmesi - Conceptualization And Appreciation Of The Meaning Of Assimilation Principle By Prospective Elementary Teachers. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32: 306-318.

Zembat, İ.Ö. (2013). Kavram Yanılgısı Nedir? (Editörler: Mehmet Fatih Özmantar, Erhan Bingölbali, Hatice Akkoç). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*. Ankara: Pegem Akademi, 1-8.

Zembat, İ. Ö. (2013). Sayıların Farklı Algılanması- Sorun Sayılarda mı, Öğrencilerde mi, Yoksa Öğretmenlerde mi? (Editörler: Mehmet Fatih Özmantar, Erhan Bingölbali, Hatice Akkoç). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*. Ankara: Pegem Akademi, 41-5.

Zembat, İ. Ö. (2013). Geometrik Dönüşümlerden Öteleme ve Farklı Anlamları. (Editörler: Mehmet Fatih Özmantar, Erhan Bingölbali, Hatice Akkoç). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*. Ankara: Pegem Akademi, 629-644.