

**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ BÖLÜMÜ**  
**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARI VE**  
**11.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KARMAŞIK SAYILAR İÇİN**  
**OLUŞTURDUĞU KAVRAM İMAJLARI**

**Sema ÖZDİNÇ KARAKAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DOÇ. DR. ALLAGULY GURBANLYYEV**

**KONYA-2018**



**BİLİMSEL ETİK SAYFASI**

<b>Öğrencinin</b>	Adı Soyadı	SEMA ÖZDİNÇ KARAKAŞ
	Numarası	128307041010
	Ana Bilim Dalı	ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
	Bilim Dalı	MATEMATİK EĞİTİMİ
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tezin Adı	ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARI VE 11. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KARMAŞIK SATILAR İÇİN OLUŞTURDUĞU KAVRAM İMAJLARI

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.

26/07/2018  
SEMA ÖZDİNÇ KARAKAŞ






 KONYA	T.C. <b>NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ</b> Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü	 NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
--	---	---

### YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	SEMA ÖZDİNÇ KARAKAŞ
	Numarası	128307041010
	Ana Bilim Dalı	ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
	Bilim Dalı	MATEMATİK EĞİTİMİ
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	DOÇ. DR. ALLAGULY GURBANLYYEV
	Tezin Adı	ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARI VE 11. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KARMAŞIK SATILAR İÇİN OLUŞTURDUĞU KAVRAM İMAJLARI

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARI VE 11. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KARMAŞIK SATILAR İÇİN OLUŞTURDUĞU KAVRAM İMAJLARI başlıklı bu çalışma 26.07.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Doç. Dr. Allaguly GURBANLYYEV	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YAVUZ	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emre ERDOĞAN	

## TEŞEKKÜR

Araştırma sürecinde bana yol gösteren, değerli katkıları ve olumlu eleştirileriyle beni destekleyen çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Allaguly GURBANLYYEV'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan başta çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hakan KURT'a ve Matematik bölümündeki tüm hocalarıma çok teşekkür ediyorum.

Bu çalışmamı, beni bugünlere getiren, her anlamda destekleyen, hayatımdaki en değerli iki insan sevgili annem Gülten ÖZDİNÇ'e ve sevgili babam İsmet ÖZDİNÇ'e ithaf ediyorum ve her türlü sıkıntı ve üzüntümde benim neşe kaynağım olan eşim Muhammed Sirat KARAKAŞ'a ve kardeşim Semih ÖZDİNÇ'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Oğlum Ömer Tuğra KARAKAŞ'a sevgilerimi gönderiyorum. İyi ki varsınız...

**Sema ÖZDİNÇ KARAKAŞ**

Öğrencinin	Adı Soyadı	SEMA ÖZDİNÇ KARAKAŞ
	Numarası	128307041010
	Ana Bilim Dalı	ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
	Bilim Dalı	MATEMATİK EĞİTİMİ
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	DOÇ. DR. ALLAGULY GURBANLYEV
	Tezin Adı	ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARI VE 11.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KARMAŞIK SAYILAR İÇİN OLUŞTURDUĞU KAVRAM İMAJLARI

## ÖZET

### **Ortaöğretim matematik öğretmen adayları ve 11.sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları**

Araştırmanın amacı öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajlarını belirlemek ve ortaya çıkan kavram imajlarını sınıflamaktır.

Araştırmada nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, 2016-2017 Eğitim Öğretim yılı ikinci döneminde Ankara ili Çubuk ilçesinden bir Anadolu ve bir fen lisesi öğrencilerinin 11.sınıfta okuyan fen bilimleri ve eşit ağırlık bölümlerinden 122 öğrenci ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Matematik öğretmenliğinde okuyan 120 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Araştırmada veri toplama aracı olarak 21 sorudan oluşan anket kullanılmıştır. Bu anket birçok maddeden oluşan ve maddelerin aynı tip ölçeğe göre değerlendirildiği çok boyutlu kavramların ölçülmesinde kullanılan Likert tipi ölçek olarak geliştirilmiştir.

Araştırma sonucunda öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları dört sınıf olarak ayrılmıştır. Aynı sınıfta yer alan öğrencilerin aynı tip kavram yanılıgısına sahip olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Karmaşık (Kompleks) sayı, kavram, kavram imajı, kavram tanımı.

Öğrencinin	Adı Soyadı	SEMA ÖZDİNÇ KARAKAŞ
	Numarası	128307041010
	Ana Bilim Dalı	ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
	Bilim Dalı	MATEMATİK EĞİTİMİ
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	<b>Tez Danışmanı</b>	DOÇ. DR. ALLAGULY GURBANLYYEV
	Tezin İngilizce Adı	ON THE CONCEPT İMAGE OF COMPLEX NUMBERS OF PRESERVICE SECONDRY MATHEMATICS TEACHERS AND 11.CLASS STUDENTS

### SUMMARY

#### **On the concept image of complex numbers of preservice secondary mathematics teachers and 11.class students**

The aim of the research is to classify concept images that students create for complex numbers.

Quantitative research methods were used in the research. The sample of the research, in the second semester of the academic year 2016-2017 an Anatolian and a science high school student from Çubuk district of Ankara province 122 students from the sciences and equal weight departments who read the 11th grade and Necmettin Erbakan University Ahmet Keleşoğlu Faculty of Education constitutes 120 teacher candidates who study in mathematics teaching.

A questionnaire consisting of 21 questions was used as data collection tool in the research. This questionnaire was developed as a Likert-type scale that was used to measure multidimensional concepts that consist of many items and the items were evaluated on the same type of scale.

As a result of research the concept images that students create for complex numbers are divided into four classes. It has been seen that the students in the same class have the same type of misconception.

**Key Words:** Complex number, concept, concept imaje, concept definition.

## İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI .....	i
YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
KISALTMALAR.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
1.GİRİŞ .....	1
1.1.PROBLEM DURUMU .....	2
1.1.1.BU ARAŞTIRMA NİÇİN YAPILDI? .....	2
1.1.2.PROBLEM CÜMLESİ .....	2
1.1.3.ALT PROBLEMLER .....	2
1.2.ARAŞTIRMANIN AMACI.....	3
1.3.ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ .....	3
1.4.ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI .....	4
1.5.ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI.....	4
2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....	5
2.1.KAVRAM .....	5
2.2.KAVRAM YANILGISI.....	5
2.3.HATA VE KAVRAM YANILGISI.....	6
2.3.1.KAVRAM YANILGILARININ TÜRLERİ .....	7
2.4.KAVRAM İMAJI.....	8
2.4.1.KAVRAM TANIMI VE KAVRAM İMAJI ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	9
2.5.KAVRAM İMAJI HAKKINDA BAZI TANIMLAR.....	9
3.LİTERATÜR .....	11
3.1.KARMAŞIK(KOMPLEKS) SAYILAR .....	14
4.YÖNTEM.....	21
4.1.ARAŞTIRMA MODELİ.....	21

4.2.EVREN VE ÖRNEKLEM .....	21
4.3.VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ VE ARAÇLARI .....	22
4.3.1.ARAŞTIRMANIN GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİĞİ.....	25
4.4.VERİLERİN ANALİZİ.....	25
5.BULGULAR VE YORUMLAR.....	26
6.SONUÇ VE TARTIŞMA .....	67
7.ÖNERİLER.....	70
KAYNAKÇA.....	71
EKLER.....	74
ÖZGEÇMİŞ .....	76

**KISALTMALAR****N:** Veri Sayısı**%:** Yüzde**p:** Anlamlılık Düzeyi**X:** Aritmetik Ortalama**SS:** Standart Sapma**F:** Varyans Analizi (ANOVA)**T:** Bağımsız iki örneklem testi**Sig.:** Anlamlılık Düzeyi**Sd:** Serbestlik Derecesi**LSD:** En küçük anlamlı farklar testi (Least Significant Differences test)

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1-Ankete Katılan Öğrencilerin Cinsiyete göre Dağılımı.....	22
Tablo 2-Grup İstatistiği.....	26
Tablo 3-Bağımsız Örneklem Testi .....	28
Tablo 4-Güvenilirlik İstatistiği.....	35
Tablo 5-İstatistik Anket Sorularına Ait İstatistikler .....	35
Tablo 6-Ankete Katılan Öğrencilerin Okul Değişkenine Göre Dağılımı .....	36
Tablo 7-Ankete Katılan Öğrencilerin Bölüm Değişkenine Göre Dağılımı .....	37
Tablo 8-Ankete Katılan Öğrencilerin Matematik Karne Notu Değişkenine Göre Dağılımı .....	37
Tablo 9-Ankete Katılan Öğrencilerin Anne Eğitim Durumu Değişkenine Göre Dağılımı .....	38
Tablo 10-Ankete Katılan Öğrencilerin Baba Eğitim Durumu Değişkenine Göre Dağılımı .....	38
Tablo 11-Ankete Katılan Öğrencilerin Aile Ekonomik Durumu Değişkenine Göre Dağılımı .....	39
Tablo 12-Anketin Madde İstatistikleri.....	40
Tablo 13-Ankete Katılan Öğrencilerin 1.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	41
Tablo 14-Ankete Katılan Öğrencilerin 2.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	41
Tablo 15-Ankete Katılan Öğrencilerin 3.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	42
Tablo 16-Ankete Katılan Öğrencilerin 4.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	42
Tablo 17-Ankete Katılan Öğrencilerin 5.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	43
Tablo 18-Ankete Katılan Öğrencilerin 6.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	43
Tablo 19-Ankete Katılan Öğrencilerin 7.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	44
Tablo 20-Ankete Katılan Öğrencilerin 8.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	44
Tablo 21-Ankete Katılan Öğrencilerin 9.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı	45
Tablo 22-Ankete Katılan Öğrencilerin 10.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	45
Tablo 23-Ankete Katılan Öğrencilerin 11.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	46
Tablo 24-Ankete Katılan Öğrencilerin 12.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	46
Tablo 25-Ankete Katılan Öğrencilerin 13.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	47
Tablo 26-Ankete Katılan Öğrencilerin 14.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	47
Tablo 27-Ankete Katılan Öğrencilerin 15.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	48
Tablo 28-Ankete Katılan Öğrencilerin 16.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı .....	48

<b>Tablo 29-Ankete Katılan Öğrencilerin 17.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı</b>	49
<b>Tablo 30-Ankete Katılan Öğrencilerin 18.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı</b>	49
<b>Tablo 31-Ankete Katılan Öğrencilerin 19.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı</b>	50
<b>Tablo 32-Ankete Katılan Öğrencilerin 20.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı</b>	50
<b>Tablo 33-Ankete Katılan Öğrencilerin 21.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı</b>	51
<b>Tablo 34-Cinsiyet Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları</b>	52
<b>Tablo 35-Cinsiyet Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan T-testi Sonuçları</b>	52
<b>Tablo 36-Okul Puanlarının Betimsel İstatistiği</b>	53
<b>Tablo 37-Varyanslar İçin Homojenlik Testi</b>	53
<b>Tablo 38-Okul Türü Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)</b>	54
<b>Tablo 39-Öğrencilerin Okul Türlerine Göre Post Hoc Testi Sonuçları</b>	54
<b>Tablo 40-Bölüm Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları</b>	55
<b>Tablo 41-Bölüm Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan T-testi Sonuçları</b>	56
<b>Tablo 42-Matematik Karne Notu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları</b>	57
<b>Tablo 43-Matematik Karne Notu Puanlarının Betimsel İstatistiği</b>	57
<b>Tablo 44-Varyanslar İçin Homojenlik Testi</b>	58
<b>Tablo 45-Matematik Karne Notu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)</b>	58
<b>Tablo 46-Anne Eğitim Durumu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları</b>	59
<b>Tablo 47-Anne Eğitim Durumu Puanlarının Betimsel İstatistiği</b>	60
<b>Tablo 48-Varyanslar İçin Homojenlik Testi</b>	60
<b>Tablo 49-Anne Eğitim Durumu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)</b>	60
<b>Tablo 50-Baba Eğitim Durumu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları</b>	61
<b>Tablo 51-Baba Eğitim Durumu Puanlarının Betimsel İstatistiği</b>	62

<b>Tablo 52-Varyanslar İçin Homojenlik Testi</b> .....	62
<b>Tablo 53-Baba Eğitim Durumu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)</b> .....	62
<b>Tablo 54-Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna Göre Post Hoc Testi Sonuçları</b> .....	63
<b>Tablo 55-Ailenin Ekonomik Durumu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları</b> .....	64
<b>Tablo 56-Ailenin Ekonomik Durumu Puanlarının Betimsel İstatistiği</b> .....	65
<b>Tablo 57-Varyanslar İçin Homojenlik Testi</b> .....	65
<b>Tablo 58-Ailenin ekonomik Durumu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)</b> .....	65
<b>Tablo 59-Öğrencilerin Ailenin Ekonomik Durumuna Göre Post Hoc Testi Sonuçları</b> .	66

## 1. GİRİŞ

Matematik soyut bir bilimdir. Bu durum matematik öğrenmenin ve öğretmenin zorluğunu gösterir. Öğrencilerin yeni kavramlarla başa çıkabilmesi soyutluğu azaltmakla mümkündür. Soyutluk azaltılırsa kavramların anlaşılması kolaylaşır. Matematik zorlanılan ve soyut bir ders olduğu kadar görsel öğeler de içerir. Bu durum ise görselleştirmenin önemli olduğunu gösterir. Yani kavram imajlarının zenginleştirilmesi gerekir.

Limit, türev, integral gibi konuların temel kavramlarını anlamada görselleştirmenin ve bu konularda başarılı olmanın görsel imajlara bağlı olduğu belirtilmiştir. (Zimmerman, 1991: 3)

Öğrencilerin neden başarısız olduklarını anlamaya çalışırken onların kavram imajlarını keşfetmemiz önemlidir. Kavram imajları zihninde o kavramla ilgili oluşturulan tüm resimlerin birleşimidir. Yani resmi kavram tanımından öte öğrencilerin kendi kelimeleri ile ifade ettikleri açıklamaların tümü bize onların kavram imajları hakkında bilgi verir. Bu da bize kavram tanımı, kavram yanlışları ve kavram imajlarının öneminden bahseder.

Matematik konularından en önemli bir tanesi de karmaşık (kompleks) sayılar konusudur. Literatür tarandığında ülkemizde karmaşık sayılar için öğrencilerin oluşturduğu kavram imajlarından bahsedilmiş bir araştırma bulunamamıştır. Bu amaçla elimizdeki araştırma ortaya çıkmıştır.

Araştırmaya karmaşık sayılar konusunu öğrenmiş 11.sınıf öğrenciler ve matematik öğretmenliği öğretmen adayları üzerinde yapılan bir anketle başlanmıştır. Bu araştırmada ankete katılanlardan anketteki soruların karmaşık sayı olup olmadığını Likert tipi bir ölçekle derecelendirerek belirtmeleri istenmiştir.

## 1.1. PROBLEM DURUMU

Soyut bir bilim olan matematikte önemli olan somutluğu arttırmak ve soyutluğu azaltmaktır. Bunun için matematiği görselleştirmek yani görsel imajları arttırmak gerekmektedir.

Karmaşık sayılar konusu 11.sınıf müfredatında yer alan soyut konulardan birisidir. 11. sınıfa kadar karmaşık sayılar ile hiç karşılaşmamış öğrenciler bu konuyu kavramakta epey zorlanmaktadırlar. Yeni edinilen kavramları öğrencilerin zihninde görselleştirilmesi bu noktada çok önemlidir. Bu araştırmada öğrencilerin karmaşık sayılar için yanlış oluşturduğu kavram imajlarını ve buna bağlı oluşan kavram yanlışlarını görmek mümkün olacaktır.

### 1.1.1. ARAŞTIRMA NİÇİN YAPILMIŞTIR?

Öğrencilerin karmaşık (kompleks) sayı kavramını nasıl anladığı ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Öğrencilerin bununla ilgili kavram imajlarının çeşitliliğine bakılmıştır. Böylece kavram imajları sınıflanmış ve sınıflara göre kavram yanlışları tespit edilmiştir. Çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Ankete katılan öğrencilerin karmaşık sayılar kavramına ilişkin kavram imajları nedir?
- Ankete katılan öğrencilerin sahip oldukları karmaşık sayılar tanımları nedir?
- Ankete katılan öğrencilerin karmaşık sayılar kavramına ilişkin sahip oldukları kavram imajları ile karmaşık sayıların formal tanımını ilişkilendirme durumları nasıldır?
- Ankete katılan öğrencilerin karmaşık sayılar konusu için oluşturdukları kavram imajlarına göre ortaya çıkan kavram yanlışları nedir?

### 1.1.2. PROBLEM CÜMLESİ

Matematik öğretmen adayları ve 11. sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılar konusundaki kavram imajlarının çeşitliliğine bakmak ve buna göre kavram yanlışlarını tespit etmektir.

### 1.1.3. ALT PROBLEMLER

1. Anketteki soruların alt grup ve üst gruptaki öğrencilere göre karmaşık sayılar için oluşturulan kavram imajları arasında fark var mıdır?

2. Ankete katılan öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında fark var mıdır?
3. Ankete katılan öğrencilerin uygulanan anket sonrasında okul değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
4. Ankete katılan öğrencilerin bölüm değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında fark var mıdır?
5. Ankete katılan öğrencilerin akademik başarı değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında fark var mıdır?
6. Ankete katılan öğrencilerin anne eğitim durumu değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında fark var mıdır?
7. Ankete katılan öğrencilerin baba eğitim durumu değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında fark var mıdır?
8. Ankete katılan öğrencilerin ailenin ekonomik durumu değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında fark var mıdır?

## 1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Öğrencilerin daha önce öğrendikleri kavramlar ile yeni öğrendikleri karmaşık sayı kavramı arasında ilişki kurarak karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajlarını belirlemektir. Bu kavram imajlarını da sınıflayarak karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmektir.

## 1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Karmaşık sayılar konusunun soyut bir konu olması, öğrencilerin bu konuyu anlamada güçlük çekmesi ve Türkiye’de karmaşık sayılar konusu üzerine kavram imajlarının araştırılmamış olmasından dolayı bu çalışmaya gerek duyulmuştur.

Geleneksel matematik eğitimi; çağımızın değişen ihtiyaçlarına cevap verememektedir. Daha önce işlem yapma, hesap yapabilme becerileri ön plandayken, artık problem çözme, akıl yürütme, tahminde bulunma, desen arama (resimleme) gibi beceriler ön plana çıkmıştır (Baki, 1998).

Bu çalışma karmaşık sayılar konusundaki öğrencilerin kavram imajlarına göre oluşturdukları kavram yanlışlarını ortaya çıkararak bu kavram yanlışlarına karşı önlem almayı sağladığı için de önemli olacağı düşünülen bir konudur.

#### **1.4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI**

1.Araştırma 2016-2017 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde Ankara ili Çubuk ilçesinden bir Anadolu Lisesi ve bir Fen Lisesi 11.sınıf öğrencileri ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Matematik öğretmenliği öğretmen adayları ile sınırlıdır.

2.Araştırma ortaöğretim 11.sınıf müfredatında yer alan karmaşık sayılar alt öğrenme alanıyla sınırlıdır.

#### **1.5. ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI**

Araştırmada kullanılan anket öğrencilerin karmaşık sayılar konusu için oluşturdukları kavram imajlarını ortaya çıkarmada yeterlidir.

Dersi anlatan ve testleri uygulayan öğretmenler anketleri olması gerektiği gibi uygulamışlardır.

Ankete katılan öğrenciler karmaşık sayılar konusundaki kavram imajları ile ilgili ölçeği içtenlikle yanıtlamışlardır.

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde kavram, kavram yanılması, hata ve kavram yanılması arasındaki farklar, kavram yanılması türleri, kavram imajı, kavram imajı ve kavram tanımı arasındaki farklar ve kavram imajı hakkındaki bazı tanımlarından bahsedilmiştir.

### 2.1. KAVRAM

Kavram, nesnelerin ya da olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarımıdır. Benzer nesneleri, insanları, olayları, fikirleri, süreçleri gruplamada kullanılan bir kategoridir. (Senemoğlu, 2004: 511) Benzerlikleri ifade eden bir sınıflamadır.

Kavram, kişinin zihninde oluşan, düşünmesini sağlayan araçlardır. Soyuttur ve gerçek dünyada yoktur. Bir konu hakkında düşünmenin birimidir. Yani düşüncenin alt yapısıdır.

Araştırmalar da göstermektedir ki kişi kendi deneyimleri ve yetenekleri dâhilinde kendi bilgisini ve kendi kavramını kendi oluşturmaktadır.

Tek bir kavram kendi başına bir anlam ifade etmez. Ne zaman ki diğer kavramlarla ilişkilendirilir işte o zaman öğrenme gerçekleşir. Kişi matematiksel düşünceler arasında ilişkilendirmeler yaparak kavramsal bilgiye ulaşabilir, ulaştığı bu bilgi de farklı bilgilerle ileri geri geçişler sayesinde farklı alanlarda kullanılabilir. (Hiebert ve Lefevre, 1986)

### 2.2. KAVRAM YANILGISI

Doğru kabul edilen ancak kişisel deneyimler sonucu oluşmuş, bilimsel gerçeklere ve düşüncelere uzak, anlamlı öğrenmeyi engelleyici yanlış bilgi ve tutumlar bütünüdür. Fisher'e göre kavram yanılmaları çoğu kişide bulunur, beraberinde alternatif inanışlar yaratır, geleneksel metotlarla ortadan kaldırılamayacak kadar ısrarcıdır, bireyin çok eski geçmişinde yaşadığı deneyimlere dayanır, genetik temellerden, çeşitli vesilelerle yaşanan deneyimlerden ve okul ortamlarındaki öğretimlerden kaynaklanmaktadır (Fisher, 1985). Kavram yanılmalarına yol açan sebepler ise üçe ayrılır;

- Epistemolojik nedenler:

Epistemolojik nedenler öğrenilecek kavramın doğasında vardır. Ayrıca, tarihsel gelişim sürecinde söz konusu kavram yapılandırılırken bilim insanlarının karşılaştığı güçlükler ve ihtilafa düştükleri noktalar bu kavramın sahip olduğu epistemolojik nedenlerdir.

- Psikolojik nedenler:

Psikolojik nedenler öğrencinin kavrama yeteneği, becerisi, öğrenilenin öğretildiği dönemde bireyin bulunduğu gelişim aşaması, önceki bilgileri ve hazır bulunuşluk düzeyi gibi faktörlerin hepsi psikolojik nedenlerdir.

- Pedagojik nedenler:

Pedagojik nedenler öğretim modelleri, bu modellerin uygulanışı, öğretmenlerin kullandığı metafor ve analogiler, ders kitapları, konu ve kavramların ders kitapları ve programlarda ele alınış sıraları ve biçimleri gibi unsurlar pedagojik nedenlerdir.

### **2.3. HATA VE KAVRAM YANILGISI**

Matematik eğitiminde ve matematik öğreniminde karşılaşılan zorlukları ifade etmek için birçok değişik terim kullanıldığı görülmektedir. Zorluk, kavram yanılığı ve hata terimleri öğrencilerin matematik öğreniminde yaşadıkları güçlüklerin ifade edilmesinde en sık kullanılanlar arasındadır.

Hata, istemeyerek ya da bilmeyerek yapılan yanlışlardır. Kavram yanılığı ise öğrencilerin fikirlerindeki bilimsel olarak doğru olmayan, kendilerine özgü yorumlar ve anlamlardır. Fakat bilimsellikten uzak olan her şey kavram yanılığı değildir. Kavram yanılığını rastgele yapılan hatalardan farklı özellikler gösterir. Kişi yaptığı hatayı ufak bir uyarı ile fark edebilir ve düzeltebilir.

Öğrenci söylediği ile yüzleştirildiğinde yaptığı bilimsellikten uzak açıklamayı fark edip ardından doğrusunu söylüyorsa bu durumda öğrenci bilimsel hata yapmıştır. Ancak, öğrenci yaptığı bilimsellikten uzak açıklamanın doğruluğunda ısrar ediyor ve bunu savunuyor ise bu durumda öğrencinin o konuda kavram yanılığı vardır denir. Kavram yanılığına sahip birey o konu hakkında uyarılırsa önce kendini savunmaya geçer. Kişi o konu hakkında inandırılmazsa bildiğinden vazgeçmez.

“Kavram yanılığısı sistemli bir şekilde hata üreten algı biçimidir.” (Zembat, 2008: 43)

Kavram yanılığısı genellikle öğrencilerin bunları kullanarak yeni deneyimleri yorumlamaya ve anlamlandırmaya çalıştıkları zamanlarda sorun olmakta ve öğrenmeye sekte vurmaktadırlar. Ayrıca kavram yanılığısını öğrenciler kendi algı biçimlerine göre kişisel olarak geliştirdikleri için bunları ortadan kaldırmak çok zor olmakta ve büyük çaba gerektirmektedir.

Kavram yanılığısından kurtulmak için kişiye bilişsel zıtlık yaratan öğretim ortamları yaratmak (Stavy ve Berkovitz, 1980), öğretimi öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılığısını ortaya çıkarıcı yönde organize etmek (Posner ve ark., 1982), öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılığısını ortadan kaldırmada yardımcı olacak stratejiler geliştirmek, öğrencilere sözel, matematiksel ve somut durumlardan faydalanarak kavramları anlamlandırmalarında yardımcı olmak (Clement, 1977), öğretmenlere kavramsal değişimi izlemeye yardımcı olabilecek ölçme tekniklerini kullanmalarını önermek (Postner ve Gertzog, 1982) gereklidir.

Literatüre bakıldığında *bilişsel zıtlık* öğretiminin önem kazandığı son zamanlarda dikkat çekmektedir (D’Ambrosio ve Campos, 1992).

Bilişsel zıtlık birçok yolla sağlanabilir:

- a) Kişinin beklentilerine ya da tahminlerine uymayan bir sonuç yaratılabilir,
- b) Problem çözme isteği yaratılabilir,
- c) Kişinin kavram repertuarında boşluklar ve eksiklikler olduğu hissi yaratılabilir,
- d) Kişi mevcut bilgileriyle çözmeyeceği ve dengesizlik, tutarsızlık yaşayacağı bir duruma sokulabilir.

### 2.3.1. KAVRAM YANILGILARININ TÜRLERİ

Kavram yanılığısı farklı özelliklere sahip olduğu için farklı türlerinin de olması söz konusudur. Aşırı özelleme ve aşırı genelleme en öne çıkan türlerdir. (Graeber ve Johnson, 1991; Zembat, 2008)

• **Aşırı özelleme:** En genel anlamıyla “*Bir kuralın, prensibin veya kavramın kısıtlı bir kavrayışa indirgenerek düşünülmesi ve kullanılmasıdır*”.

- **Aşırı genelleme:** Zembat (2008: 43) yaptığı literatür taramasında büyük oranda Graeber ve Johnson'ın (1991) çalışmasına dayanarak aşırı genellemeyi şu şekilde tarif etmektedir: “*Belli bir sınıfa ait kural, prensip veya kavramın diğer sınıflarda da işliyormuş gibi düşünülmesi ve diğer sınıflara da yayılmasıdır*”.

- **Yanlış tercüme:** İşlem, formül, sembol, tablo, grafik ve cümle gibi değişik formlar arası geçişlerde yapılan sistemli hatalar zincirine denir.

- **Kısıtlı algılama:** Bir kavramı olması gerekenden zayıf anlamak kısıtlı algılamaya sebep olur.

## 2.4. KAVRAM İMAJI

İmaj, imgeleme yoluyla zihinde canlandırılan nesne, kavram ve sembollerdir. Bu nesne, kavram ve düşünceler kişiye, duruma hatta kuruluşa göre değişebilir. (Küçükkurt, 1988: 167-168) Yani herkesin bir imajı vardır. Zihindeki bu görüntüler dolaylı ya da dolaysız algılar ve deneyimler sonucunda oluşmaktadır.

1960'lı yılların sonlarında Tony Buzan tarafından geliştirilmiş olan etkili bir grafik destekli çalışma tekniği olan zihin haritaları (mind maps) bir bakıma kavram imajına ışık tutmuştur. Zihin haritaları doğru yolu göstermek yani düşüncelerimize yön vermek amaçlı kullanılmıştır. Bu sayede zihin haritası yöntemi ile kelimelerden ya da görüntülerden yararlanarak bilgiyi düzenlemek ve beynimizdeki bilgileri akıllıca kullanmak kolaylaşmıştır.

1980'li yıllarda ise Tall ve Vinner tarafından kavram imajı tanımı ortaya atılmıştır. Tıpkı zihin haritalarında olduğu gibi düşünceleri hedef almıştır. Tall ve Vinner, kavram imajını bir matematiksel düşünceye ilişkin kişinin zihnine kodlamış olduğu zihinsel yapılar şeklinde tanımlamıştır (Tall ve Vinner,1981). Tall ve Vinner'e göre zihnimizde bir kavramı düşündüğümüzde o kavramla ilgili bir imaj (kavram imajı) ortaya çıkmaktadır (Tall ve Vinner,1981). Bu imaj, kavramla ilgili zihnimizdeki bütün zihinsel görüntüler, kavramla ilgili özellikler ve oluşumlardır. Bu zihinsel yapılar, resimler, grafikler, şekiller, şemalar, semboller, işlemler hatta güncel olaylar bile olabilmektedir. Buna göre kişi bir matematiksel düşünceye ilişkin birden fazla kavram imajına da sahip olabilmektedir. Duruma göre de herhangi birisini ya da hepsini kullanabilmektedir.

Çoklu zekâ kuramının temsilcisi Gardner, imajı bir dizi bilgilenme süreci sonunda ulaşılan imge olarak tanımlar. Dolayısıyla, imaj, bir kavramın sembolik ve görsel temsilidir.

#### **2.4.1. KAVRAM TANIMI VE KAVRAM İMAJI ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Kavram imajı; söz konusu kavrama ilişkin kişinin zihnindeki özellikler, işlemler ve zihinsel resimler gibi bilişsel yapıların tümünü açıklamak için kullanılırken, kavram tanımı ise kavramı anlatmak için kullanılan kelimeler topluluğudur (Tall ve Vinner, 1981). Tall ve Vinner'e göre birey, kavram tanımını çok iyi ifade etse bile, zihninde canlanan imaj, kavram tanımı ile tutarlı olmayabilir. (Tall ve Vinner, 1981). Kavram tanımı, formal olabileceği gibi informal yani o kavrama ilişkin kişinin kendi açıklaması da olabilir. "*Kişide her bir kavrama ilişkin kavram tanımı ve kavram imajı olmak üzere iki farklı zihinsel yapı vardır.*"(Vinner (1983). Öğrenciler verilen bir problemin üstesinden gelmek için bu iki zihinsel yapı arasında ilişki kurabileceği gibi sadece kavram tanımı ya da kavram imajı zihinsel yapısını da kullanabilirler. Fakat öğrenme kavram tanımı ve kavram imajı arasında ilişki kurulması durumunda gerçekleşir (Vinner, 1991: 70).

Birey düşünürken ya da problem çözerken kavram tanımını ve zihninde yapılandırılmış olan kavram imajını kullanır. Bu nedenle bireyin doğru imajlara sahip olması oldukça önemlidir. Fakat çoğu zaman, bireyin sahip olduğu bu imajlar mevcut bilimsel görüşlerle çelişebilmektedir. Böylece kavram yanılgıları ortaya çıkabilmektedir. Bu durum ise bireyin problemler karşısında hata yapmasına sebep olmaktadır.

#### **2.5. KAVRAM İMAJI HAKKINDA BAZI TANIMLAR**

Tall ve Vinner'e göre, kavram imajının belirli bir zamanda etkinleştirilen kısmına Çağrıştırılmış Kavram İmajı (ÇKİ) (Evoked Concept Image) denir (Tall ve Vinner, 1981).

Tall ve Vinner, birey tarafından farklı durumlarda birbiri ile çelişen imajların çağrılabilmesini belirtmişlerdir. Bu durum bireyin zihninde herhangi bir bilişsel çatışmaya sebep olmayabilir. Ancak kavram imajının birbiriyle çelişen kısımları aynı anda etkinleştirilirse, bu durum zihinsel bir çatışmaya sebep olabilir (Tall ve Vinner,

1981). Böyle bir durumda ğrenci problemin çözümünde zorlanır ve problemin karmaşık olduğunu ifade etmişlerdir.

Tall ve Vinner, kişinin kavram imajı ya da kavram tanımının belli bir kısmı ile çelişmesine potansiyel çelişki faktörü, eş zamanlı olarak çelişen faktörlerin çağrılmasına ise bilişsel çelişki faktörü adını vermişlerdir (Tall ve Vinner, 1981).

Kavram tanımına uymayan imajlar oluşmasına neden olan tanımlar vardır. Bu duruma dejenerasyon “yozlaşma” denir. Dejenerasyonlar tanımların mantıksal ıkarımlarındandır. Bu duruma göre, bir tanımda ters bir ifade veya bir örnek bulunmamalıdır (Dormolen ve Zaslavsky, 2003).

Kişilerin bir konu hakkında tanımlama yeteneğini etkileyen bütün sınırlı görsel algılara prototip denir.

### 3. LİTERATÜR

Son yıllarda kavram imajı konusunda hem ülkemizde hem de uluslararası alanda pek çok araştırma yapılmıştır. Ülkemizdeki bazı araştırmalar şöyledir:

Fonksiyon, denklem ve polinom kavramları ve bunlar arasındaki ilişkilere ait bilgi düzeylerini Dede, Bayazit ve Soybaş (2010), kavramsal bilgi ve kavram imajları gibi farklı kavramlardan yararlanarak incelemiştir. Kavramlar arasındaki içeriksel ilişkilerin yetersiz olduğunu göstermişlerdir.

Fonksiyon kavramını anlama düzeylerini belirlemek için endüstri meslek lisesi öğrencileri üzerinde Hatısarı ve Erbaş (2013), liste yöntemi, grafik ve denklem temsilleri ile bağıntıların fonksiyon olup olmadığını belirlemede ne kadar başarılı olduklarını incelerken öğrencilerin kavram imajlarından yararlanmışlardır.

Tuluk (2014) sınıf öğretmenliği programı birinci sınıf öğretmen adaylarının nokta, çizgi, yüzey ve uzayla ilgili olan kavramlar hakkında kullandıkları çoklu temsilleri elde etmek ve bu temsilleri alan bilgisi ile alan öğretimi bilgisi açısından yorumlamak için yaptığı çalışma sonucunda öğretmen adaylarının kavram tanımından çok kavram imajlarını kullandıklarını görmüştür.

Geometri problemlerini çözme sürecinde görselleme becerilerindeki farklılıkları ve farkındalıkları Delice ve Sevimli (2010), ortaöğretim matematik öğrencileri üzerinde araştırmıştır. Öğrencilerin geometri dersindeki başarılarının kavram imajını geliştirecek görsel-uzamsal temsillerle artabileceği sonucuna varmıştır.

Bağlamın öğrencilerin sahip oldukları kavramları kullanma şekli üzerine etkisini Sağlam, Kanadlı ve Uşak (2012) incelemiştir. Sonuç olarak çağrıştırılmış bir kavram imajının (ÇKİ) sınırlı bir bağlamda öğrencilerin başarılı sonuçlar almasını sağlarken geniş manada yetersiz kalmıştır. Herhangi bir bağlamda gözlenemeyen kavram yanılgısı farklı olarak ortaya çıkmıştır.

İki katlı integral konusundaki yanılgıları ile öğrenme güçlüklerini belirlemek amacıyla Doğan ve Şimşek (2015) lisans öğrencileri üzerinde çalışma yapmıştır. Sonuçta kavram bilgilerindeki eksikler giderilip kavram imajlarını geliştirmek için

grafik çizimi ile ilgili deneyimleri artırılırsa görsel strateji eğilimlerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

Oran ve orantı konusunda kavram yanlışlarını belirlemek ve sınıf ilerledikçe bu yanlışların azalıp azalmadığını görmek için Doğan ve Çetin (2009), ilköğretim 7. ve 9. sınıf öğrencileri üzerinde çalışma yapmışlardır. Oran ve orantı kavramlarını yanlış algıladıkları, zihinlerinde bunlara ait yanlış kavram imajı geliştirdikleri ve bunlara bağlı kavram yanlışları oluşturdukları tespit edilmiştir. 7. sınıftan 9.sınıfa doğru kavram yanlışlarının azalarak devam ettiği de tespit edilmiştir.

Süreklilik ile ilgili kavram yanlışlarını Aydın ve Kutluca (2010) 12.sınıf öğrencileri üzerinde incelemiştir. 9 sorudan oluşan anketin sonuçları incelendiğinde doğru cevaba yanlış gerekçelerle ulaştıkları görülmüştür. Yanlış kavram imajları ile yola çıktıkları ve 10 farklı kavram yanlışına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Boz (2008), ülkemizde uygulanmaya başlanan yeni matematik müfredatlarının ele alınması ve matematiğin zor bir bilim olmadığını gösterilmesi için çalışma yapmıştır. Matematiğin ilişkilendirilerek öğretilmesi ile kavram imajlarının doğru şekilde oluşturulup doğru yerde kullanılacağından bahsetmiştir.

Tek değişkenli reel değerli fonksiyonlar için limit kavramına yönelik öğrencilerin kavram imajları, kavram tanımları ve öğrencilerin kavram imajları ile limitin formal tanımını ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi için Kabael, Barak ve Özdaş (2015) bir çalışma yapmıştır. Öğrencilerin hem limit kavramına ilişkin kavram imajlarında hem de kavram tanımlarında zorlandıkları görülmüştür.

Özmantar ve Yeşildere (2008), limit ve süreklilik konularında kavram yanlışlarını araştırırken özellikle kavram imajı terimini kullanmışlardır. Limit değerinin asla ulaşamayacağı düşüncesi, tanımsızlık ve belirsizlik içeren durumlarda ne yapılacağı, fonksiyon limiti ve tanım kümesine dair kavram yanlışları ve sürekli fonksiyona ait kavram yanlışları görülmüştür.

Aztekin (2012), repertuar çizelge tekniğinin matematik eğitimi araştırmalarında kullanıldığında öğretmen adaylarının kavram imajlarını, bilişsel seviyelerini, yapılarını ve çelişen düşüncelerini ortaya çıkarmada başarılı olduğu, ayrıca konunun kritik yönlerinin belirlenmesine yardımcı olduğunu göstermiştir.

Erşen ve Karakuş (2013), sınıf öğretmeni adaylarının dörtgenlere yönelik kavram imajlarını değerlendirmek amacıyla çalışma yapmıştır. Yanlış kavram imajlarına sahip olduklarını görmüşlerdir.

Güzel, Bozkurt ve Koç (2012), silindir kavramına dair kavram imajlarını incelemiş ve büyük çoğunluğun silindir kavramıyla ilgili kavram imajlarının zengin olmadığını veya yanlış imajlara sahip olduklarını görmüşlerdir.

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünden Avgören (2011)'in hazırladığı yüksek lisans tezinde farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin katı cisimler ile ilgili sahip oldukları kavram imajları incelenmiştir.

Ubuz ve Gökbulut (2015), sınıf öğretmeni adaylarının piramit bilgilerini araştırırken kavram imajlarından yararlanmışlardır.

Uluslararası bazı çalışmalar ise şöyledir:

Gutierrez ve Jaime (1999), bir üçgenin yükseklik kavramına yönelik kavram imajını belirlemek için 190 sınıf öğretmeni adayına yönelik bir çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada öğretmen adaylarının üçgenin yükseklik kavramına yönelik oluşturduğu kavram imajları araştırılmıştır. Buna bağlı oluşan kavram yanlışlarını analiz etmek amaçlanmıştır. Öğretmen eğitiminin sonucu olarak bazı hatalar ortaya çıkmıştır.

Kondratieva ve Radu (2009), cebirsel ve geometrik temel matematiksel nesnelerin arasında bağlantı kurulup kurulmadığını anlamak amacıyla 499 üniversite öğrencisi üzerinde bir çalışma yapmıştır. Araştırmanın sonucunda bu tür bağlantıların kavram tanımı çerçevesinde gerçekleştiği görülmüştür.

Juter (2007), matematiksel bir kavramın öğrenilmesi her öğrenci için aynı değildir. Amaçları ve yetenekleri öğrencilerin öğrenme yollarını etkiler. Limit öğrenmede öğrencilerin akıl yürütmeleri ve problem çözme yöntemleri onların kavram imajlarını belirlemede etkilidir. Bu konuda başarılı ve başarısız öğrencilerin kavram imajları arasında farklılık ve benzerlikler vardır.

Semadeni (2008), bazı gerçekleri açıklamak için tanımları kullanırız. Her kavram için zaman, gereklilik duygusu ve akıl yürütme ile oluşturulan bir kavram imajı vardır. İşte bu kavram imajlarını çeşitli örnekler sonucu derin sezgiler ile öğrenebiliriz. D.Tall'ın üç matematik teorisi...

Przenioslo (2004), üniversiteden mezun olmuş matematik öğrencileri üzerinde yapılmış bir çalışmadır. Araştırmanın temel amacı öğrencilerin limit kavramına ilişkin imajlarını belirlemektir. Bu imaj öğrencilerin limit kavramını, sezgilerini ve bazı akıl yürütmelerini ortaya çıkarmaktadır. Limit kavramı için oluşturulan kavram imajları sınıflanmıştır: komşuluk, grafiğin yaklaşması, yaklaşan değerler,  $x_0$  için  $f(x_0)$  ve algoritmalarından oluşmuştur.

Giraldo, Tall ve Carvalho (2003), matematik öğrenmede pedagojik engellerin açığa çıkarılması için yapılan bir çalışmadır. Bu çalışmada türevin kavram imajlarını geliştirmek için bilgisayarların eğitimsel sınırlılıkları üzerine çalışılmıştır. Türev kavramının kavram imajlarını zenginleştirecek şekilde tasarımlar yapılabilir. Bir vaka çalışmasıdır.

Bu çalışma öğretmen adaylarının ankete verdikleri cevaplara ve ortaöğretim 11.sınıfta okuyan öğrencilere müfredatın verilmesinin ardından hazırlanan ankete verdikleri cevaba göre sınıflama yapılarak tamamlanmıştır. Böylece öğrencilerde oluşan kavram imajlarına ulaşılmış ve kavram yanılgıları da bir nebze tespit edilmiştir.

Müfredat genel hatları ile Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 08.12.2011 gün ve 259 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş olan ortaöğretim matematik 11.sınıf ders kitabından alıntılar yapılarak belirtilmiştir.

### 3.1. KARMAŞIK(KOMPLEKS) SAYILAR

Öğrencilere verilen müfredat kısaca şu şekilde ele alınmıştır;

- $x^2 - 1$  denkleminin çarpanlarına ayrılabilirdiği halde  $x^2 + 1$  denkleminin çarpanlarına neden ayrılamadığı sorulmuştur. Negatif sayıların kareköklerini alamadıkları gösterilmiştir ve bu eksikliği tamamlamak için bu sorudan sonra  $i^2 = -1$  yani  $i = \sqrt{-1}$  sembolü üretilmiştir. Karmaşık sayılar kavramından bahsedilmiştir. Sanal sayılardan bahsedilmiştir. Öncelikle karmaşık sayıların kavram tanımını matematikçilerin kabul ettiği şekilde, “*a ve b reel sayı,  $i^2 = -1$  olmak üzere  $z=a+ib$  ya da  $z=a+bi$  biçiminde tanımlı z sayısına kompleks sayı denir.*” verilmiştir.

- **i'nin kuvvetleri:**  $k, m \in \mathbb{N}$  ve  $k$  nın 4 ile bölümünden kalan  $m$  ise  $i^k = i^m$  dir. Dolayısıyla  $n \in \mathbb{N}$  olmak üzere,

$$i^k = \begin{cases} 1, & k=4n \\ i, & k=4n+1 \\ -1, & k=4n+2 \\ -i, & k=4n+3 \end{cases}$$

olur.

▪ **Reel ve sanal kısım:**  $-1$  sanal sayı birimi olmak üzere  $a + ib$  biçimindeki sayılara karmaşık sayılar denir. Bu sayıların oluşturduğu kümeye karmaşık (kompleks) sayılar kümesi adı verilir ve  $\mathbb{C}$  ile gösterilir. Başka bir deyişle,

$$\mathbb{C} = \{z \mid z = a + ib, a, b \in \mathbb{R}, i = \sqrt{-1}\}$$
 kümesi olarak adlandırılır.

$a \in \mathbb{R}$  sayısına  $z$  nin,

gerçek kısmı  $Re(z)$ ,  $b \in \mathbb{R}$  sayısına da  $z$  nin sanal kısmı  $Im(z)$  denir.

$Re(z) = a$  ve  $Im(z) = b$  biçiminde gösterilir.

▪ **Karmaşık sayılarda eşitlik:**  $a, b, c, d \in \mathbb{R}$ ,  $z_1 = a + ib$  ve  $z_2 = c + id$  olmak üzere,

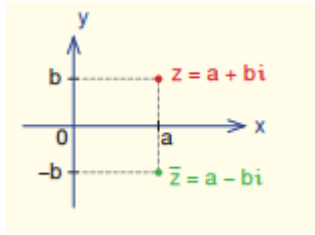
$z_1 = z_2 \Leftrightarrow a = c$  ve  $b = d$  dir.

▪ **Karmaşık sayıların karmaşık düzlemde gösterilmesi:** Gerçek ve sanal eksenlerin başlangıç noktasında dik kesişmeleri ile oluşan sisteme karmaşık sayılar düzlemi ya da kısaca karmaşık düzlem adı verilir.  $a, b \in \mathbb{R}$  olmak üzere,  $z = a + ib$  karmaşık sayısı karmaşık düzlemde,



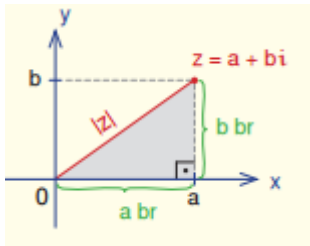
biçiminde gösterilir.

▪ **Karmaşık sayıların eşleniği:**  $a, b \in \mathbb{R}$  olmak üzere,  $a + ib$  ve  $a - ib$  karmaşık sayılarına birbirinin eşleniği denir. Bir karmaşık sayı ile eşleniğinin karşılık geldiği noktalar gerçekte eksene göre simetriktir. Herhangi bir  $z$  karmaşık sayısının eşleniği  $z$  ile gösterilir.  $z = a + ib$  karmaşık sayısının eşleniği  $\bar{z} = a - ib$  karmaşık sayıdır.



▪ **Karmaşık sayıların modülü:** Karmaşık düzlemde bir  $z$  karmaşık sayısına karşılık gelen noktanın başlangıç noktasına olan uzaklığına bu karmaşık sayının modülü denir ve  $|z|$  biçiminde gösterilir.  $a, b \in \mathbb{R}$  ve  $z = a + ib$  olmak üzere  $z$  karmaşık sayısının modülü karmaşık düzlemde,

$$|z| = |a + ib| = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ dir.}$$



Bir  $z$  karmaşık sayısının modülü ile eşleniği olan  $\bar{z}$  karmaşık sayısının modülü birbirine eşittir.  $|z| = |\bar{z}|$  dır.

▪ **Karmaşık sayılarda toplama ve çıkarma işlemleri:** Karmaşık sayılar toplanırken veya çıkartılırken gerçekte kısımlar kendi aralarında ve sanal kısımlar kendi aralarında toplanır veya çıkartılır.

$$\forall z_1, z_2, z_3 \in \mathbb{C} \text{ için,}$$

$$1) (z_1 + z_2) \in \mathbb{C} \text{ olduğundan toplama işlemine göre kapalılık özelliği vardır.}$$

2)  $z_1 + z_2 = z_2 + z_1$  olduğundan toplama işlemine göre değişme özelliği vardır.

3)  $(z_1 + z_2) + z_3 = z_1 + (z_2 + z_3)$  olduğundan toplama işlemine göre birleşme özelliği vardır.

4)  $z_1 + 0 + 0i = 0 + 0i + z_1 = z_1$  olduğundan  $(0 + 0i)$  toplama işleminin etkisiz elemanıdır.

5)  $z_1 + (-z_1) = (-z_1) + z_1 = 0 + 0i$  olduğundan  $z_1 = a + ib$  karmaşık sayısının toplama işlemine göre ters elemanı vardır ve

$$-z_1 = -a - ib \text{ dir.}$$

▪ **Karmaşık sayılarda çarpma ve bölme işlemi:**

$\forall a, b, c, d \in \mathbb{R}$  ve  $z_1 = a + b i$ ,  $z_2 = c + d i$  karmaşık sayıları için,

$$z_1 z_2 = (a + b i)(c + d i) \Rightarrow z_1 z_2 = (ac - bd) + i(ad + bc) \text{ dir.}$$

$\frac{z_1}{z_2}$  işleminde pay ve payda  $z_2$  nin eşleniği ile çarpılarak payda gerçek sayıya dönüştürülür. Payda elde edilen karmaşık sayının gerçek ve sanal kısmı, paydadaki gerçek sayıya bölünür.

▪ **Karmaşık sayılarda çarpma ve bölme işleminin özellikleri:**

$\forall z_1, z_2, z_3$  karmaşık sayıları için,

1)  $z_1 z_2 \in \mathbb{C}$  olduğundan karmaşık sayılar kümesi çarpma işlemine göre kapalıdır.

2)  $z_1 1 = 1 z_1 = z_1$  olduğundan 1 sayısı karmaşık sayılar kümesinde çarpma işlemine göre etkisiz elemandır.

3)  $z_1 \frac{1}{z_1} = \frac{1}{z_1} z_1 = 1$  olduğundan karmaşık sayılar kümesinde çarpma işlemine göre sıfır hariç her karmaşık sayının tersi vardır.  $z$  karmaşık sayısının çarpma işlemine göre tersi  $z^{-1}$  ile gösterilir.  $z^{-1} = \frac{1}{z}$  biçiminde yazılır.

4)  $z_1 z_2 = z_2 z_1$  olduğundan karmaşık sayılar kümesinde çarpma işleminin değişme özelliği vardır.

5)  $(z_1 z_2) z_3 = z_1 (z_2 z_3)$  olduğundan karmaşık sayılar kümesinde çarpma işleminin birleşme özelliği vardır.

6)  $z_1 (z_2 + z_3) = z_1 z_2 + z_1 z_3$  olduğundan karmaşık sayılar kümesinde çarpma işleminin toplama işlemi üzerine dağılma özelliği vardır.

▪ **Karmaşık sayılarda eşleniğin özellikleri:**

$\forall z, z_1, z_2$  karmaşık sayıları için,

$$1) \overline{\overline{z}} = z$$

$$2) \overline{z_1 + z_2} = \overline{z_1} + \overline{z_2}$$

$$3) \overline{z_1 - z_2} = \overline{z_1} - \overline{z_2}$$

$$4) \overline{z_1 z_2} = \overline{z_1} \overline{z_2}$$

$$5) \overline{z_1 : z_2} = \overline{z_1} : \overline{z_2} \text{ (} z_2 \neq 0 \text{) dir.}$$

▪ **Karmaşık sayılarda modülün özellikleri:**

$\forall z_1, z_2$  karmaşık sayıları için,

- 1)  $|z_1 z_2| = |z_1| |z_2|$
- 2)  $\left| \frac{z_1}{z_2} \right| = \frac{|z_1|}{|z_2|}$ ; ( $z_2 \neq 0 + 0i$ )
- 3)  $z_1 z_1 = |z_1|^2$  dir.

▪ **İki karmaşık sayının uzaklığı:**

$z_1, z_2 \in \mathbb{C}$ ,  $z_1 = a + ib$  ve  $z_2 = c + id$  olmak üzere,  $z_1$  ile  $z_2$  karmaşık sayıları arasındaki uzaklık, bu sayıların farkının modülüne eşittir. Buna göre  $z_1$  ile  $z_2$  arasındaki uzaklık  $|z_1 - z_2|$  ile gösterilir.

Karmaşık düzlemde  $z_0$  karmaşık sayısından  $r$  birim uzaklıkta bulunan  $z$  karmaşık sayıları

$|z - z_0| = r$  eşitliğini sağlar ve merkezi  $z_0$ , yarıçapı  $r$  olan çemberi belirtir. Çemberi oluşturan  $z$  karmaşık sayılarının kümesi  $\{z: |z - z_0| = r, z \in \mathbb{C}\}$  biçiminde gösterilir.

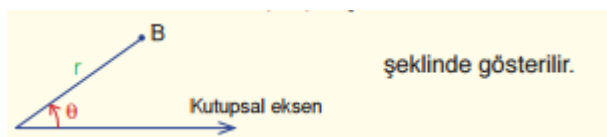
$z = x + iy$ ,  $z_0 = a + ib$  ve  $r \in \mathbb{R}^+$  olmak üzere;

1)  $|z - z_0| = r$  eşitsizliği merkezi  $(a, b)$  ve yarıçapı  $r$  birim olan bir çemberi belirtir.

2)  $|z - z_0| < r$  eşitsizliği merkezi  $(a, b)$  ve yarıçapı  $r$  birim olan çemberin iç bölgesini belirtir.

3)  $|z - z_0| > r$  eşitsizliği merkezi  $(a, b)$  ve yarıçapı  $r$  birim olan çemberin dış bölgesini belirtir.

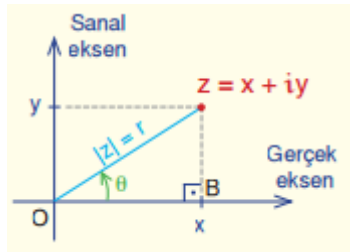
Yatay eksene kutupsal eksen diyelim ve bu eksen üzerinde bir başlangıç noktası (merkez noktası) alalım. Bir  $B$  noktasının başlangıç noktasına olan uzaklığı  $r$ , kutupsal eksen ile yaptığı pozitif yönlü açının ölçüsü  $\theta$  olmak üzere oluşturulan  $(r, \theta)$  ikilisine  $B$  noktasının kutupsal koordinatları denir ve  $B(r, \theta)$  biçiminde ifade edilir.



Kartezyen koordinatları  $(x, y)$  olan A noktası kutupsal koordinatlarla  $(r, \theta)$  olarak ifade edildiğinde,  $x = r \cos \theta$ ,  $y = r \sin \theta$  ve  $\tan \theta = \frac{y}{x}$  olur.

Genel olarak  $z = x + iy$  biçiminde gösterilen karmaşık sayı kutupsal koordinatları  $(r, \theta)$  alınarak,  $z = x + iy = r \cos \theta + i r \sin \theta = r(\cos \theta + i \sin \theta)$  biçiminde yazılır.

Bu gösterime  $z$  nin kutupsal biçimi denir ve  $z = r \cdot \text{cis } \theta$  şeklinde de gösterilir. Kutupsal biçimdeki  $z = r \text{cis } (\theta + k360^\circ)$ ,  $(k \in \mathbb{Z})$  karmaşık sayıları da  $z = r \text{cis } \theta$  ile temsil edilir. Kutupsal biçimde yazılan  $z = r \text{cis } \theta$  karmaşık sayısında  $\theta$  ya  $z$  nin argümenti adı verilir.  $0 \leq \theta < 360^\circ$  ( $0 \leq \theta < 2\pi$ ) ise  $\theta$  ya  $z$  nin esas argümenti denir.  $\text{Arg}(z) = \theta$  biçiminde gösterilir.



Kutupsal biçimde verilen karmaşık sayıların toplamı veya farkı; standart biçiminde yazılabilenler standart biçimde yazılarak, modülleri eşit olanlar ise trigonometrideki toplam ve fark formüllerinden faydalanılarak bulunur.

$z_1 = r_1 \text{cis } \alpha$  ve  $z_2 = r_2 \text{cis } \beta$  olmak üzere  $z_1 z_2 = r_1 r_2 \text{cis } (\alpha + \beta)$  dir.  $\text{Arg}(z_1) = \alpha$ ,  $\text{Arg}(z_2) = \beta$  ve  $\text{Arg}(z_1 z_2) = \alpha + \beta$  olduğundan,  $\text{Arg}(z_1 z_2) = \text{Arg}(z_1) + \text{Arg}(z_2)$ , olur.

$z_1 = r_1 \text{cis } \alpha$  ve  $z_2 = r_2 \text{cis } \beta$  olmak üzere,  $\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \text{cis } (\alpha - \beta)$  dır.

$\text{Arg}(z_1) = \alpha$ ,  $\text{Arg}(z_2) = \beta$  ve  $\text{Arg}\left(\frac{z_1}{z_2}\right) = \alpha - \beta$  olduğundan,

$\text{Arg}\left(\frac{z_1}{z_2}\right) = \text{Arg}(z_1) - \text{Arg}(z_2)$  olur.

#### ▪ Karmaşık sayılarda dönme:

Karmaşık düzlemde,  $z = r \text{cis } \theta$  sayısına karşılık gelen noktanın orijin etrafında pozitif yönde  $\alpha$  kadar döndürülmesiyle elde edilen noktaya karşılık gelen karmaşık sayı  $z^1$  ise

$z^1 = z \text{cis } \alpha \Rightarrow z^1 = r(\text{cis } \theta)(\text{cis } \alpha) \Rightarrow z^1 = r \text{cis } (\theta + \alpha)$  olur.

▪ **Karmaşık sayılarda kuvvet:**

$z = r \operatorname{cis} \alpha$  ve  $n \in \mathbb{N}^+$  olmak üzere,  $z$  karmaşık sayının  $n$  kuvveti,

$z^n = r^n \operatorname{cis}(n \cdot \alpha) = r^n [\cos(n\alpha) + i \sin(n\alpha)]$  dir. Bu kural De Moivre Kuralı olarak adlandırılır.  $\operatorname{Arg}(z) = \alpha$  için  $\operatorname{Arg}(z^n) = n\alpha$  olduğundan  $\operatorname{Arg}(z^n) = n \operatorname{Arg} z$  dir.

▪ **Karmaşık sayıların kökü:**

$z = r \operatorname{cis} \theta$  olmak üzere  $z$  karmaşık sayısının karekökleri,

$w_0 = \sqrt{r} \operatorname{cis} \left( \frac{\theta}{2} \right)$  ve  $w_1 = \sqrt{r} \operatorname{cis} \left( \frac{\theta}{2} + \pi \right)$  dir. Karmaşık düzlemde bu kareköklere karşılık gelen noktalar, yarıçapı  $\sqrt{r}$  ve merkezi orijinde bulunan çember üzerinde bulunur ve orijine göre simetriktir.

$z = r \operatorname{cis} \theta$  olmak üzere  $z$  karmaşık sayısının küp kökleri,

$w_0 = \sqrt[3]{r} \operatorname{cis} \left( \frac{\theta}{3} \right)$ ,  $w_1 = \sqrt[3]{r} \operatorname{cis} \left( \frac{\theta+2\pi}{3} \right)$ ,  $w_2 = \sqrt[3]{r} \operatorname{cis} \left( \frac{\theta+4\pi}{3} \right)$  dir. Karmaşık düzlemde bu küp köklere karşılık gelen noktalar, bir eşkenar üçgenin köşeleridir ve  $\sqrt[3]{r}$  yarıçaplı merkezli çember üzerinde bulunur.

Genel olarak,  $z = r \operatorname{cis} \theta$  karmaşık sayısının  $n$ .dereceden kökleri,

$\sqrt[n]{z} = z^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{r} \operatorname{cis} \left( \frac{\theta+k\pi}{n} \right)$  ( $k \in \mathbb{Z}$ ) bağıntısında  $k$  yerine  $0, 1, 2, \dots, (n-1)$  değeri verilerek bulunur. Bu köklerin karmaşık düzlemdeki görüntüleri bir düzgün  $n$ -genin köşeleridir ve  $\sqrt[n]{r}$  yarıçaplı merkezli çember üzerinde bulunurlar.

## 4. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, evren ve örneklem, veri toplama araçları, veri toplama yöntemleri, araştırma verilerinin değerlendirilmesi ve analiz aşamalarında kullanılan istatistik yöntem ve teknikleri açıklanmıştır.

### 4.1. ARAŞTIRMA MODELİ

Araştırmalar nicel ve nitel olmak üzere ikiye ayrılır. Nicel araştırmalarda değişkenlerin kesin sınırları belirlenebilir ve bu değişkenler arasındaki ilişkiler de belirlenebilir. Neden sonuç ilişkisini olay ve olgulara tarafsız durarak, nesnel olarak açıklar (Glesne ve Peksin,1992; Aktaran: Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Nicel araştırma sayısal araştırmadır. Aynı zamanda tümdengelimlidir. Nitel araştırma ise tümevarımsal bir süreçtir.

Nitel ve nicel araştırma yöntemleri arasındaki farklılıklardan bazıları aşağıdaki şekilde belirtilebilir. (Yıldırım ve Şimşek, 2008)

- Nicel araştırmada asıl olan yöntemken nitel araştırmada asıl olan durumdur.
- Nicel araştırmada araştırmacı tarafsızdır, nitel araştırmada ise araştırmacının tarafsız kalması zordur.
- Nicel araştırmada standart veri toplama araçları mevcutken, nitel araştırmada araştırmacının kendisi veri toplama aracıdır.
- Nicel araştırmada parçalar analiz edilirken, nitel araştırmada örüntüler ortaya çıkarılmaktadır.

Bu araştırma nicel bir araştırmadır. Araştırma veri toplama yöntemine göre anket yöntemidir. Yani anketle bilgi toplama yöntemidir. Anket, konu ile ilgili durumu veya tutumu belirlemek için düzenlenmiş ayrıntılı sorulardır. Sistemli bir şekilde veri toplama yöntemidir.

### 4.2. EVREN VE ÖRNEKLEM

Araştırmanın evrenini, 2016-2017 Eğitim Öğretim yılında Ankara ili Çubuk ilçesinde 11.sınıfı okumakta olan lise öğrencileri ve Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesinde Matematik öğretmenliği okuyan öğretmen adayları oluşturmaktadır.

Araştırmanın örneklemini, 2016-2017 Eğitim Öğretim yılı ikinci döneminde Ankara ili Çubuk ilçesinden bir Anadolu ve bir fen lisesi öğrencilerinin 11.sınıfta okuyan fen bilimleri ve eşit ağırlık bölümlerinden 122 öğrenci ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Matematik öğretmenliğinde okuyan 120 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Karmaşık sayılar için öğrencilerin oluşturdukları kavram imajı anketine katılan 11.sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının cinsiyet değişkenine göre dağılımı Tablo 1 de görülmektedir.

**Tablo 1-Ankete Katılan Öğrencilerin Cinsiyete göre Dağılımı**

Cinsiyet	N	%
Kız	153	63,2
Erkek	89	36,8
Toplam	242	100

Tablo 1 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 153 (%63,2) ü kız, 89 (%36,8) u erkek olduğu görülmektedir.

#### **4.3. VERİ TOPLAMA YÖNTEMİ VE ARAÇLARI**

Araştırmada veri toplama aracı olarak 21 sorudan oluşan anket kullanılmıştır. Bu anket birçok maddeden oluşan ve maddelerin aynı tip ölçeğe göre değerlendirildiği çok boyutlu kavramların ölçülmesinde kullanılan Likert tipi ölçek olarak geliştirilmiştir.

1932 yılında Rensis Likert tarafından Thurstone ölçeğinin basitleştirilmesi ile ortaya konulmuş bir ölçme türüdür. Günümüzde pek çok alanda işlevini sürdürmektedir. Örneğin: pazarlama, siyaset bilimi, psikoloji, eğitim... Bu ölçek türü bir soru üzerinde dereceli düşünmeyi sağlar.

Likert tipi ölçekte verilen sorulara cevap verirken cevabın derecesinin seçilmesi gerekir. Yani en yüksekte en düşüğe doğru bir dereceleme söz konusudur. Analiz edilirken ise bu derecelerin her biri bir sayısal değere karşılık gelecek şekilde kodlanır. Böylece nitel ve nicel veriye dönüşmüş olur. Bu durum ise verilen

cevapların ne derece birbirinden ayrıldığını gösterir. Amaç ise ölçekteki sorulara ortalama cevapları belirlemektir.

Likert tipi ölçeklerde ifadeler açık ve net olmalıdır. Sorular arası bütünlük sağlanmalıdır.

Likert tipi ölçeğin analizini yaparken her maddenin ölçme gücünü belirlemek için madde analizini korelasyona dayalı ve iç tutarlılık ölçütüne (alt-üst grup ortalamaları farkı, t-testi gibi) dayalı iki farklı analiz kullanılmalıdır. (McIver ve Carmines, 1982: 24).

Korelasyonlara Dayalı Madde Analizi: Likert tarafından önerilen ilk tarafsız denetleme şekli maddelerin her biri ile ölçek puanı arasındaki korelasyon hesaplamasıdır. Bu hesaplamada korelasyon katsayısının negatif, sıfır veya sıfıra yakın çıkması bu maddenin ölçülmek istenen ölçmediğini gösterir. Maddelerin oluşturduğu toplam ölçek puanı ile arasındaki ilişki düşük olan maddeler ölçülmek istenen ölçmede en az katkıyı sağlar. Aynı şekilde birbirleri arasında ilişkinin düşük olduğu maddeler için de bu durum söz konusudur. Aralarındaki ilişkinin düşüklüğünden dolayı böyle maddeler ölçeğin güvenilirliğini ve geçerliğini düşürür. Yani aralarındaki ilişkinin düşük olduğu maddeler ölçekten çıkarılmalıdır. Ölçekteki maddelerin korelasyonları yüksek olmalıdır. Bu tür maddeler birbiri ile uyumlu maddelerdir ve benzer durumları ölçerler. Korelasyona dayalı madde analizinde her maddenin puanı ile ölçeğin puanı arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanır. Ölçek puanlarını ise maddelerin puanları oluşturmaktadır. Bundan dolayı maddenin puanı ile ölçeğin puanı arasındaki korelasyon hesaplanırken bu maddenin puanı ölçeğin puanından çıkarılır ve ölçek puanı her seferinde tekrar hesaplanır.

Likert tipi bir ölçekte t-testi kullanmak için önce veriler tek tek girilmelidir. Bu veriler en yüksek puandan düşüğe doğru sıralanır. Daha sonra en yüksek puanı alan bireyden en düşük puanı alana doğru ölçeğe katılanlar sıralanır. En yüksek puanı alan %27lik kısım üst grubu, en düşük puanı alan %27lik kısım alt grubu oluşturur. Daha sonra arada kalan bireylerin puanları silinir. Böylece analize hazır durum oluşur. Analiz(t-testi) yapıldıktan sonra alt ve üst grup arasında ortalamaları birbirinden çok farklı olan maddeler t-testine bakarak sıralanır. Bunlar arasından t-testi sonucu en yüksek çıkan maddelerden istenenler çıkarılır. Bağımsız gruplar için yapılan tek

yönlü t-testi analizinden ortalamalar farkına dayalı madde analizi kısmına bakılarak üst grup ortalaması alt grup ortalamasından manidar büyük çıkarsa bu madde maddeler grubuna alınır. Tam tersi üst grup ortalaması alt grup ortalamasından manidar küçük çıkarsa bu madde maddeler grubuna alınmaz. Aynı şekilde ortalamaların benzer çıktığı maddeler ayırıcılığı düşük maddelerdir ve maddeler grubuna alınmaz. Eğer maddeler çok elenmişse bazı maddelerde düzeltme yapılmalıdır.

McIver ve Carmines, korelasyon tekniğinin t-testi tekniğine göre sadece alt ve üst grup verileri yerine tüm grup verilerini kullandığı için avantajının daha fazla olduğunu öne sürmüşlerdir (McIver ve Carmines, 1982: 25).

Bu çalışmada analize başlamadan önce yapılan kodlama ise en olumsuz cevaba 1, en olumlu cevaba 5 rakamı verilerek yapılmıştır. Ankette yer alan sorular arasında ters soru bulunmadığı için her soruda kesinlikle evet 5, olabilir 4, kararsızım 3, olamaz 2 ve kesinlikle hayır 1 puandır.

### **Karmaşık Sayılar İçin Oluşturulan Kavram İmajı Anketi**

Karmaşık sayılar için öğrencilerin oluşturdukları kavram imajları anketi 5'li Likert tipi sorular ile her soru için

Kesinlikle evet	Olabilir	Kararsızım	Olamaz	Kesinlikle hayır

şeklinde hazırlanmıştır.

Bu anket literatüre geçen Nordlander M. C. ve Nordlander E. (2012) çalışmalarında kullandıkları anketleri referans alınarak 5'li Likert tipi olarak geliştirilmiştir.

Ölçeğin denenmesi sırasında ölçeği oluşturan 21 maddeye alt-üst grup ortalamaları farkına (iç tutarlılık ölçütü) dayalı madde analizi tekniği uygulanmıştır. Bu yöntem ile madde seçimi yapılırken bireylerin ölçek puanları büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre 242 kişilik grubun ilk %27'sini oluşturan 65 kişi üst grubu, son %27'sini oluşturan 65 kişi ise alt grubu oluşturmuştur. Ölçek puanları dağılımının iki ucundaki %27'lik alt-üst grupların her bir ölçek maddesi için bağımsız gruplara yönelik t testi ile ortalamaları arasındaki fark incelenmiştir.

Geliştirilen 21 sorudan oluşan anket uzman görüşü alınarak oluşturulmuştur. Anketin geçerlilik ve güvenilirliğinin belirlenmesi için hazır bulunuşluk düzeyi uygun 2 lisedeki 11.sınıf öğrencileri ve matematik öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Ankete 122 11.sınıf öğrencisi ve 120 öğretmen adayı katılmıştır.

#### **4.3.1. ARAŞTIRMANIN GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİĞİ**

Araştırmalar nitel ve nicel olarak ikiye ayrıldıkları gibi bunların geçerlilik ve güvenilirliğine de bakmak farklılık gösterir. Nitel araştırmalarda geçerlik tarafsız gözlem demektir. Nicel araştırmalarda ise güvenilirlik geçerliliğin önüne geçmektedir. Yani nicel araştırmalarda daha çok güvenilirlik için uğraşmaktadır. Çünkü nicel araştırmalarda geçerliliği sağlamak daha zordur.

Araştırma deseninin niteliğinin artırılması yapı geçerliğine, iç geçerliğe, dış geçerliğe ve güvenilirliğe bağlıdır.

Ölçme aracının iç tutarlılık anlamında Cronbach Alfa ( $\alpha$ ) katsayısının çok yüksek düzeyde olması sadece ölçme aracının güvenilirliğini değil aynı zamanda yapı geçerliliğine de işaret etmektedir (Baykul,1979).

Güvenilir ölçme araçları, maddeler arasında yüksek düzeyde tutarlılık gerektirmektedir. Bu araştırmada kullanılan anketin güvenilirlik düzeyi, SPSS 20.0 programında Cronbach alfa güvenilirlik yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı  $\alpha=0,899$  bulunmuştur. Hesaplanan  $\alpha=0,899$  güvenilirlik katsayısı ölçeği oluşturan sorular arasında yüksek düzeyde bir iç tutarlılık olduğunu ifade etmektedir.

#### **4.4. VERİLERİN ANALİZİ**

Araştırmanın verileri SPSS 20.0 programları kullanılarak analiz edilmiştir.

Verilerin analizinde betimsel istatistik yöntemleri kullanılmıştır. Öğrencilerin cevaplarının incelenmesinde yüzde ve frekanslardan faydalanılmıştır.

## 5. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde araştırılan problemlerin bulguları ve yorumları yer almaktadır.

### Alt Üst Grup Ortalama Farkına Dayalı Madde Analizi

- “Anketteki soruların alt grup ve üst gruptaki öğrencilere göre karmaşık sayılar için oluşturulan kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:

Anketteki soruların alt grup ve üst gruptaki öğrencilere göre karmaşık sayılar için oluşturulan kavram imajları arasında fark var mıdır?

$H_0$ = Ankete katılan öğrencilerin %27’lik alt grubu ile %27’lik üst grubu x.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur [%95 güven aralığında].

$H_1$ = Ankete katılan öğrencilerin %27’lik alt grubu ile %27’lik üst grubu x.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır [%95 güven aralığında].

Alt üst grup ortalama farkına dayalı madde analizi tablo 2 de görülmektedir.

**Tablo 2-Grup İstatistiği**

	ALTÜST	N	Ortalama	Standart sapma	Ortalama standart hata
S1	ALT	65	4,9538	,21145	,02623
	ÜST	65	4,9231	,32150	,03988
S2	ALT	65	4,0462	1,06699	,13234
	ÜST	65	4,1846	,88198	,10940
S3	ALT	65	1,1077	,35895	,04452
	ÜST	65	3,8308	1,28171	,15898
S4	ALT	65	3,2462	1,27513	,15816
	ÜST	65	3,9538	,94258	,11691
S5	ALT	65	1,2000	,44017	,05460
	ÜST	65	3,9846	1,15234	,14293
S6	ALT	65	3,4462	1,57153	,19492

		ÜST	65	4,6000	,76649	,09507
S7	—	ALT	65	1,1538	,36361	,04510
		ÜST	65	3,8923	1,10571	,13715
S8	—	ALT	65	1,4308	,70643	,08762
		ÜST	65	3,8308	1,18016	,14638
S9	—	ALT	65	1,4308	,82858	,10277
		ÜST	65	3,8462	1,16231	,14417
S10	—	ALT	65	1,2000	,68920	,08549
		ÜST	65	3,8923	1,27626	,15830
S11	—	ALT	65	1,1538	,50716	,06291
		ÜST	65	3,7231	1,29310	,16039
S12	—	ALT	65	1,4000	,82538	,10238
		ÜST	65	3,8923	1,16086	,14399
S13	—	ALT	65	1,0615	,29984	,03719
		ÜST	65	3,8308	1,38710	,17205
S14	—	ALT	65	1,1231	,37532	,04655
		ÜST	65	3,6154	1,28321	,15916
S15	—	ALT	65	1,2923	,76492	,09488
		ÜST	65	4,1077	1,00192	,12427
S16	—	ALT	65	1,0462	,21145	,02623
		ÜST	65	3,9385	1,19735	,14851
S17	—	ALT	65	4,4462	1,01598	,12602
		ÜST	65	4,5846	,72656	,09012
S18	—	ALT	65	4,7538	,46873	,05814

		ÜST	65	4,7538	,53124	,06589
S19		ALT	65	1,1077	,31240	,03875
		ÜST	65	3,9385	1,24846	,15485
S20		ALT	65	4,3846	,93026	,11538
		ÜST	65	4,4615	,93670	,11618
S21		ALT	65	3,2615	,98864	,12263
		ÜST	65	3,0769	1,14983	,14262
TOPLAM		ALT	65	48,2462	3,38208	,41950
		ÜST	65	84,8615	9,93868	1,23274

Alt üst ortalama farkına dayalı bağımsız örneklem testi tablo 3 de görülmektedir.

**Tablo 3-Bağımsız Örneklem Testi**

		Varyansların eşitliği için Levene testi		Ortalamaların eşitliği için t testi				
		F	Sig.	T	Sd	Sig. (2-tailed)	Ortalama fark	Standart hata farkı
S1	Varyansların eşitliği	1,733	,190	,645	128	,520	,03077	,04773
	Varyansların eşit olmaması			,645	110,641	,520	,03077	,04773
S2	Varyansların eşitliği	,020	,889	-,806	128	,422	-,13846	,17170
	Varyansların eşit olmaması			-,806	123,623	,422	-,13846	,17170
S3	Varyansların eşitliği	70,766	,000	-16,494	128	,000	-2,72308	,16509

	Varyansların eşit olmaması			-16,494	73,978	,000	-2,72308	,16509
S4	Varyansların eşitliği	6,432	,012	-3,598	128	,000	-,70769	,19668
	Varyansların eşit olmaması			-3,598	117,861	,000	-,70769	,19668
S5	Varyansların eşitliği	48,760	,000	-18,200	128	,000	-2,78462	,15300
	Varyansların eşit olmaması			-18,200	82,287	,000	-2,78462	,15300
S6	Varyansların eşitliği	62,885	,000	-5,320	128	,000	-1,15385	,21687
	Varyansların eşit olmaması			-5,320	92,818	,000	-1,15385	,21687
S7	Varyansların eşitliği	62,428	,000	-18,968	128	,000	-2,73846	,14437
	Varyansların eşit olmaması			-18,968	77,682	,000	-2,73846	,14437
S8	Varyansların eşitliği	22,857	,000	-14,068	128	,000	-2,40000	,17060
	Varyansların eşit olmaması			-14,068	104,645	,000	-2,40000	,17060
S9	Varyansların eşitliği	13,995	,000	-13,643	128	,000	-2,41538	,17705
	Varyansların eşit olmaması			-13,643	115,697	,000	-2,41538	,17705
S10	Varyansların eşitliği	35,061	,000	-14,965	128	,000	-2,69231	,17991
	Varyansların eşit olmaması			-14,965	98,402	,000	-2,69231	,17991
S11	Varyansların eşitliği	62,855	,000	-14,913	128	,000	-2,56923	,17228
	Varyansların eşit olmaması			-14,913	83,234	,000	-2,56923	,17228
S12	Varyansların eşitliği	12,999	,000	-14,107	128	,000	-2,49231	,17667

	Varyansların eşit olmaması			-14,107	115,537	,000	-2,49231	,17667
S13	Varyansların eşitliği	95,711	,000	-15,732	128	,000	-2,76923	,17602
	Varyansların eşit olmaması			-15,732	69,968	,000	-2,76923	,17602
S14	Varyansların eşitliği	89,104	,000	-15,029	128	,000	-2,49231	,16583
	Varyansların eşit olmaması			-15,029	74,871	,000	-2,49231	,16583
S15	Varyansların eşitliği	6,597	,011	-18,007	128	,000	-2,81538	,15635
	Varyansların eşit olmaması			-18,007	119,687	,000	-2,81538	,15635
S16	Varyansların eşitliği	85,562	,000	-19,178	128	,000	-2,89231	,15081
	Varyansların eşit olmaması			-19,178	67,988	,000	-2,89231	,15081
S17	Varyansların eşitliği	3,037	,084	-,894	128	,373	-,13846	,15492
	Varyansların eşit olmaması			-,894	115,889	,373	-,13846	,15492
S18	Varyansların eşitliği	,075	,785	,000	128	1,000	,00000	,08787
	Varyansların eşit olmaması			,000	126,046	1,000	,00000	,08787
S19	Varyansların eşitliği	53,316	,000	-17,734	128	,000	-2,83077	,15963
	Varyansların eşit olmaması			-17,734	71,984	,000	-2,83077	,15963
S20	Varyansların eşitliği	,009	,925	-,470	128	,639	-,07692	,16374
	Varyansların eşit olmaması			-,470	127,994	,639	-,07692	,16374
S21	Varyansların eşitliği	,279	,599	,982	128	,328	,18462	,18809

	Varyansların eşit olmaması			,982	125,187	,328	,18462	,18809
TOPLAM	Varyansların eşitliği	67,874	,000	-28,119	128	,000	-36,61538	1,30216
	Varyansların eşit olmaması			-28,119	78,626	,000	-36,61538	1,30216

**1.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,190 > 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojendir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken üstteki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,520 > 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul  $H_1$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 1.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur deriz.

**2.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,889 > 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojendir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken üstteki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,422 > 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul  $H_1$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 2.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur deriz.

**3.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 3.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**4.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,012 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 4.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**5.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$

hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 5.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**6.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 6.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**7.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 7.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**8.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 8.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**9.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 9.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**10.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 10.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**11.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$

hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 11.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**12.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 12.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**13.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 13.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**14.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 14.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**15.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,011 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 15.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**16.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 16.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**17.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,084 > 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojendir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken üstteki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,373 > 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul  $H_1$

hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 17.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur deriz.

**18.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,785 > 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojendir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken üstteki değeri dikkate alırız. Bu değer  $1,000 > 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul  $H_1$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 18.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur deriz.

**19.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojen değildir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken alttaki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,000 < 0,05$  olduğu için  $H_1$  hipotezi kabul  $H_0$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 19.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır deriz.

**20.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,925 > 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojendir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken üstteki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,639 > 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul  $H_1$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 20.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur deriz.

**21.soru** değişkeni için Levene testindeki sig. Değeri  $0,599 > 0,05$  olduğundan grupların varyansları homojendir. T testindeki sig.(2-tailed) değerine bakarken üstteki değeri dikkate alırız. Bu değer  $0,328 > 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul  $H_1$  hipotezi reddedilir. Yani, %95 güvenle, ankete katılan öğrencilerin %27lik alt grubu ile %27lik üst grubu 21.soru ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur deriz.

Bu sonuçlara göre anlamlı olan sorular 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19; anlamsız olanlar 1, 2, 17, 18, 20, 21 dir. Aynı zamanda anlamlı olan sorular ankette kalacak olan sorulardır. Anlamsız olan sorular ise uzman görüşü alınarak ankette kalması uygun görülen sorulardır.

Cronbach alfa güvenilirlik istatistiği tablo 4 de verilmiştir.

**Tablo 4-Güvenilirlik İstatistiği**

Cronbach's Alpha	Standart maddeler üzerinde Cronbach's Alpha katsayısı	Madde sayısı
,899	,870	21

Bu ankette yer alan soruların madde istatistiği olarak madde toplam korelasyonu hesaplanmıştır. Madde toplam korelasyonu, her bir maddeden elde edilen puan ile toplam puan arasındaki ilişki anlamında kullanılmakta olup her bir sorunun korelasyon katsayısı hesaplanarak tablo 5 de gösterilmiştir. Ankete ilişkin elde edilen Cronbach Alfa Katsayısı değeri, ölçme aracının homojenliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmekte olup, hesaplanan Cronbach Alfa Katsayısı 1e yaklaştığı düzeyde homojenliğe sahip olduğu düşünülebilir. Tablo 5 e bakıldığında ölçme aracının toplam Cronbach Alfa Katsayısı 0,899 olduğu görülmektedir.

Özdamar (1999) güvenilirlik katsayısına ilişkin ölçüt değerleri:

$0 < \alpha < 0,40$  olduğu zaman ölçek güvenilir değildir.

$0,41 < \alpha < 0,60$  olduğu zaman ölçek düşük güvenilirdir.

$0,61 < \alpha < 0,80$  olduğu zaman ölçek orta düzeyde güvenilirdir.

$0,81 < \alpha < 1$  olduğu zaman ise yüksek düzeyde güvenilirdir.

Bu verilere bakıldığında hazırlanan anketin oldukça yüksek düzeyde bir güvenilirlik katsayısına sahip olduğu ve anketteki sorulara verilen cevaplara göre güvenilirlik düzeyi yüksek sonuçların elde edilebileceğini göstermektedir. Bunun yanında yapı geçerliliğinin de yüksek olduğunu söylemek yanlış olmaz.

Tablo 5 de anket sorularına ait istatistikler görülmektedir.

**Tablo 5-İstatistik Anket Sorularına Ait İstatistikler**

Sorular	Madde Ortalaması	Madde Standart Sapma	Madde Toplam Korelasyonu	Madde Silme Güvenirlik Katsayısı
1.soru	4.905	0,380	-0,048	0,902

2.soru	4,177	0,927	0,005	0,905
3.soru	2,194	1,425	0,766	0,887
4.soru	3,735	1,098	0,164	0,903
5.soru	2,367	1,363	0,794	0,887
6.soru	3,983	1,278	0,266	0,901
7.soru	2,247	1,368	0,803	0,886
8.soru	2,710	1,431	0,600	0,892
9.soru	2,590	1,382	0,676	0,890
10.soru	2,169	1,454	0,753	0,887
11.soru	2,214	1,382	0,742	0,888
12.soru	2,409	1,426	0,671	0,890
13.soru	2,157	1,468	0,766	0,887
14.soru	2,219	1,368	0,700	0,889
15.soru	2,450	1,482	0,727	0,888
16.soru	2,235	1,422	0,789	0,886
17.soru	4,475	0,865	0,081	0,903
18.soru	4,657	0,671	0,021	0,903
19.soru	2,355	1,453	0,723	0,888
20.soru	4,425	0,909	-0,003	0,905
21.soru	3,016	1,137	-0,057	0,908

**Karmaşık Sayılar için Öğrencilerin Oluşturdukları Kavram İmajı  
Anketine Katılan Öğrencilerin Kişisel Bilgileri**

Araştırmaya katılan bireylerin okul değişkenine göre dağılımı Tablo 6 da görülmektedir.

**Tablo 6-Ankete Katılan Öğrencilerin Okul Değişkenine Göre Dağılımı**

Okul	N	%
Fen lisesi	48	19,8
Anadolu lisesi	74	30,6

Eğitim fakóltesi	120	49,6
Toplam	242	100

Tablo 6 da verilen bilgilere göre örneklemi oluşturan öğrencilerin %19,8 i fen lisesinde, %30,6 sı Anadolu lisesinde, %49,6 sı ise eğitim fakóltesinde olduğu görölmektedir.

Araştırmaya katılan bireylerin bölüm değişkenine göre dağılımı Tablo 7 de görölmektedir.

**Tablo 7-Ankete Katılan Öğrencilerin Bölüm Değişkenine Göre Dağılımı**

Bölüm	N	%
Fen bilimleri	223	92,1
Eşit ağırlık	19	7,9
Toplam	242	100

Tablo 7 de verilen bilgilere göre örneklemi oluşturan öğrencilerin %92,1 i fen bilimleri bölümünde, %7,9 u ise eşit ağırlık bölümünde olduğu görölmektedir.

Araştırmaya katılan bireylerin matematik karne notu değişkenine göre dağılımı Tablo 8 de görölmektedir.

**Tablo 8-Ankete Katılan Öğrencilerin Matematik Karne Notu Değişkenine Göre Dağılımı**

Karne notu	N	%
49-0	1	0,4
54-50	5	2,1
69-55	122	50,4
84-70	41	16,9
100-85	73	30,2
Toplam	242	100

Tablo 8 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin %0,4 ünün matematik karne notunun 49-0 aralığında, %2,1inin matematik karne notunun 54-50 aralığında, %50,4 ünün matematik karne notunun 69-55 aralığında, %16,9 unun matematik karne notunun 84-70 aralığında, %30,2 sinin matematik karne notunun 100-85 aralığında olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan bireylerin anne eğitim durumu değişkenine göre dağılımı Tablo 9 da görülmektedir.

**Tablo 9-Ankete Katılan Öğrencilerin Anne Eğitim Durumu Değişkenine Göre Dağılımı**

Anne eğitim durumu	N	%
İlkokul	85	35,1
Ortaokul	47	19,4
Lise	89	36,8
Lisans	20	8,3
Lisansüstü	1	0,4
Toplam	242	100

Tablo 9 da verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin anne eğitim durumunun %35,1 inin ilkokul, %19,4 ünün ortaokul, %36,8 inin lise, %8,3 ünün lisans ve %0,4 ünün lisansüstü seviyesinde olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan bireylerin baba eğitim durumu değişkenine göre dağılımı Tablo 10 da görülmektedir.

**Tablo 10-Ankete Katılan Öğrencilerin Baba Eğitim Durumu Değişkenine Göre Dağılımı**

Baba eğitim durumu	N	%
İlkokul	40	16,5
Ortaokul	29	12,0
Lise	96	39,7
Lisans	65	26,9
Lisansüstü	12	5,0
Toplam	242	100

Tablo 10 da verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin baba eğitim durumunun %16,5 inin ilköğretim, %12 sinin ortaokul, %39,7 sinin lise, %26,9 unun lisans ve %5 inin lisansüstü seviyesinde olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan bireylerin aile ekonomik durumu değişkenine göre dağılımı Tablo 11 de görülmektedir.

**Tablo 11-Ankete Katılan Öğrencilerin Aile Ekonomik Durumu Değişkenine Göre Dağılımı**

Ekonomik durum	N	%
Düşük	7	2,9
Orta	220	90,9
Yüksek	15	6,2
Toplam	242	100

Tablo 11 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin aile ekonomik durumunun %2,9 unun düşük, %90,9 unun orta, %6,2 sinin ise yüksek olduğu görülmektedir.

Yukarıda verilen kişisel bilgilere öğrencilerin anketin üst kısmında sunulan seçenekleri işaretlemeleri üzerine ulaşılmıştır. Bu bilgiler ile öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajlarını etkileyebilecek etmenlere yönelik sıralanan bağımsız değişkenlere ilişkin bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Sıralanan bağımsız değişkenler cinsiyet, okul, bölüm, matematik karne notu, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu ve ailenin ekonomik durumudur. Öğrencilerin karne notunu belirlerken 2016-2017 eğitim öğretim yılı 1.dönem karne notları ve öğretmen adaylarının lise sondaki karne notları ele alınmıştır.

Kullanılan anket Ek 1 de sunulmuştur.

**Karmaşık Sayılar için Öğrencilerin Oluşturdukları Kavram İmajı Anketinin  
Madde İstatistikleri**

Anketin madde istatistikleri Tablo 12 de gösterilmiştir.

**Tablo 12-Anketin Madde İstatistikleri**

Sorular	X	SS	N
1.soru	4,905	0,380	242
2.soru	4,177	0,927	242
3.soru	2,194	1,425	242
4.soru	3,735	1,098	242
5.soru	2,367	1,363	242
6.soru	3,983	1,278	242
7.soru	2,247	1,368	242
8.soru	2,710	1,431	242
9.soru	2,590	1,382	242
10.soru	2,169	1,454	242
11.soru	2,214	1,382	242
12.soru	2,409	1,426	242
13.soru	2,157	1,468	242
14.soru	2,219	1,368	242
15.soru	2,450	1,482	242
16.soru	2,235	1,422	242
17.soru	4,475	0,865	242
18.soru	4,657	0,671	242
19.soru	2,355	1,453	242
20.soru	4,425	0,909	242
21.soru	3,016	1,137	242

Araştırmaya katılan öğrencilerin 1.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 13 de görülmektedir.

**Tablo 13-Ankete Katılan Öğrencilerin 1.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

1.soru	N	%
Kesinlikle hayır	0	0
Olamaz	1	0,4
Kararsızım	4	1,7
Olabilir	12	5,0
Kesinlikle evet	225	93,0
Toplam	242	100

Tablo 13 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 1.soruya verdikleri cevapların %0 ının kesinlikle hayır, %0,4 ünün olamaz, %1,7 sinin kararsızım, %5 inin olabilir, %93 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 2.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 14 de görülmektedir.

**Tablo 14-Ankete Katılan Öğrencilerin 2.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

2.soru	N	%
Kesinlikle hayır	2	0,8
Olamaz	12	5,0
Kararsızım	38	15,7
Olabilir	79	32,6
Kesinlikle evet	111	45,9
Toplam	242	100

Tablo 14 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 2.soruya verdikleri cevapların %0,8 inin kesinlikle hayır, %5 inin olamaz, %15,7 sinin kararsızım, %32,6 sının olabilir, %45,9 unun kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 3.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 15 de görülmektedir.

**Tablo 15-Ankete Katılan Öğrencilerin 3.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

3.soru	N	%
Kesinlikle hayır	111	45,9
Olamaz	58	24,0
Kararsızım	18	7,4
Olabilir	25	10,3
Kesinlikle evet	30	12,4
Toplam	242	100

Tablo 15 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 3.soruya verdikleri cevapların %45,9 unun kesinlikle hayır, %24 ünün olamaz, %7,4 ünün kararsızım, %10,3 ünün olabilir, %12,4 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 4.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 16 da görülmektedir.

**Tablo 16-Ankete Katılan Öğrencilerin 4.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

4.soru	N	%
Kesinlikle hayır	10	4,1
Olamaz	21	8,7
Kararsızım	63	26,0
Olabilir	77	31,8
Kesinlikle evet	71	29,3
Toplam	242	100

Tablo 16 da verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 4.soruya verdikleri cevapların %4,1 inin kesinlikle hayır, %8,7 sinin olamaz, %26 sının kararsızım, %31,8 inin olabilir, %29,3 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 5.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 17 de görülmektedir.

**Tablo 17-Ankete Katılan Öğrencilerin 5.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

5.soru	N	%
Kesinlikle hayır	83	34,3
Olamaz	69	28,5
Kararsızım	39	16,1
Olabilir	20	8,3
Kesinlikle evet	31	12,8
Toplam	242	100

Tablo 17 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 5.soruya verdikleri cevapların %34,3 ünün kesinlikle hayır, %28,5inin olamaz, %16,1 inin kararsızım, %8,3 ünün olabilir, %12,8 inin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 6.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 18 de görülmektedir.

**Tablo 18-Ankete Katılan Öğrencilerin 6.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

6.soru	N	%
Kesinlikle hayır	19	7,9
Olamaz	19	7,9
Kararsızım	28	11,6
Olabilir	57	23,6
Kesinlikle evet	119	49,2
Toplam	242	100

Tablo 18 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 6.soruya verdikleri cevapların %7,9 unun kesinlikle hayır, %7,9 unun olamaz, %11,6 sının kararsızım, %23,6 sının olabilir, %49,2 sinin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 7.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 19 da görülmektedir.

**Tablo 19-Ankete Katılan Öğrencilerin 7.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

7.soru	N	%
Kesinlikle hayır	95	39,3
Olamaz	71	29,3
Kararsızım	26	10,7
Olabilir	21	8,7
Kesinlikle evet	29	12,0
Toplam	242	100

Tablo 19 da verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 7.soruya verdikleri cevapların %39,3 ünün kesinlikle hayır, %29,3 ünün olamaz, %10,7 sinin kararsızım, %8,7 sinin olabilir, %12 sinin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 8.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 20 de görülmektedir.

**Tablo 20-Ankete Katılan Öğrencilerin 8.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

8.soru	N	%
Kesinlikle hayır	62	25,6
Olamaz	66	27,3
Kararsızım	34	14,0
Olabilir	40	16,5
Kesinlikle evet	40	16,5
Toplam	242	100

Tablo 20 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 8.soruya verdikleri cevapların %25,6 sının kesinlikle hayır, %27,3 ünün olamaz, %14 ünün kararsızım, %16,5 inin olabilir, %16,5 inin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 9.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 21 de görülmektedir.

**Tablo 21-Ankete Katılan Öğrencilerin 9.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

9.soru	N	%
Kesinlikle hayır	68	28,1
Olamaz	64	26,4
Kararsızım	41	16,9
Olabilir	37	15,3
Kesinlikle evet	32	13,2
Toplam	242	100

Tablo 21 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 9.soruya verdikleri cevapların %28,1 inin kesinlikle hayır, %26,4 ünün olamaz, %16,9 unun kararsızım, %15,3 ünün olabilir, %13,2 sinin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 10.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 22 de görülmektedir.

**Tablo 22-Ankete Katılan Öğrencilerin 10.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

10.soru	N	%
Kesinlikle hayır	120	49,6
Olamaz	49	20,2
Kararsızım	15	6,2
Olabilir	28	11,6
Kesinlikle evet	30	12,4
Toplam	242	100

Tablo 22 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 10.soruya verdikleri cevapların %49,6 sının kesinlikle hayır, %20,2 sinin olamaz, %6,2 sinin kararsızım, %11,6 sının olabilir, %12,4 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 11.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 23 de görülmektedir.

**Tablo 23-Ankete Katılan Öğrencilerin 11.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

11.soru	N	%
Kesinlikle hayır	106	43,8
Olamaz	55	22,7
Kararsızım	31	12,8
Olabilir	23	9,5
Kesinlikle evet	27	11,2
Toplam	242	100

Tablo 23 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 11.soruya verdikleri cevapların %43,8 inin kesinlikle hayır, %22,7 sinin olamaz, %12,8 inin kararsızım, %9,5 inin olabilir, %11,2 sinin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 12.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 24 de görülmektedir.

**Tablo 24-Ankete Katılan Öğrencilerin 12.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

12.soru	N	%
Kesinlikle hayır	89	36,8
Olamaz	59	24,4
Kararsızım	33	13,6
Olabilir	28	11,6
Kesinlikle evet	33	13,6
Toplam	242	100

Tablo 24 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 12.soruya verdikleri cevapların %36,8 inin kesinlikle hayır, %24,4 ünün olamaz, %13,6 sının kararsızım, %11,6 sının olabilir, %13,6 sının kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 13.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 25 de görülmektedir.

**Tablo 25-Ankete Katılan Öğrencilerin 13.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

13.soru	N	%
Kesinlikle hayır	121	50,0
Olamaz	51	21,1
Kararsızım	15	6,2
Olabilir	21	8,7
Kesinlikle evet	34	14,0
Toplam	242	100

Tablo 25 de verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 13.soruya verdikleri cevapların %50 sinin kesinlikle hayır, %21,1 inin olamaz, %6,2 sinin kararsızım, %8,7 sinin olabilir, %14 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 14.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 26 da görülmektedir.

**Tablo 26-Ankete Katılan Öğrencilerin 14.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

14.soru	N	%
Kesinlikle hayır	102	42,1
Olamaz	61	67,4
Kararsızım	30	12,4
Olabilir	22	9,1
Kesinlikle evet	27	11,2
Toplam	242	100

Tablo 26 da verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 14.soruya verdikleri cevapların %42,1 inin kesinlikle hayır, %67,4 ünün olamaz, %12,4 ünün kararsızım, %9,1 inin olabilir, %11,2 sinin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 15.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 27 de görülmektedir.

**Tablo 27-Ankete Katılan Öğrencilerin 15.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

15.soru	N	%
Kesinlikle hayır	94	38,8
Olamaz	49	20,2
Kararsızım	32	13,2
Olabilir	30	12,4
Kesinlikle evet	37	15,3
Toplam	242	100

Tablo 27 de verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 15.soruya verdikleri cevapların %38,8 inin kesinlikle hayır, %20,2 sinin olamaz, %13,2 sinin kararsızım, %12,4 ünün olabilir, %15,3 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 16.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 28 de görülmektedir.

**Tablo 28-Ankete Katılan Öğrencilerin 16.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

16.soru	N	%
Kesinlikle hayır	107	44,2
Olamaz	55	22,7
Kararsızım	27	11,2
Olabilir	22	9,1
Kesinlikle evet	31	12,8
Toplam	242	100

Tablo 28 de verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 16.soruya verdikleri cevapların %44,2 sinin kesinlikle hayır, %22,7 sinin olamaz, %11,2 sinin kararsızım, %9,1 inin olabilir, %12,8 inin kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 17.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 29 da görülmektedir.

**Tablo 29-Ankete Katılan Öğrencilerin 17.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

17.soru	N	%
Kesinlikle hayır	4	1,7
Olamaz	5	2,1
Kararsızım	21	8,7
Olabilir	54	22,3
Kesinlikle evet	158	65,3
Toplam	242	100

Tablo 29 da verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 17.soruya verdikleri cevapların %1,7 sinin kesinlikle hayır, %2,1 inin olamaz, %8,7 sinin kararsızım, %22,3 ünün olabilir, %65,3 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 18.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 30 da görülmektedir.

**Tablo 30-Ankete Katılan Öğrencilerin 18.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

18.soru	N	%
Kesinlikle hayır	2	0,8
Olamaz	1	0,4
Kararsızım	12	5,0
Olabilir	48	19,8
Kesinlikle evet	179	74,0
Toplam	242	100

Tablo 30 da verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 18.soruya verdikleri cevapların %0,8 inin kesinlikle hayır, %0,4 ünün olamaz, %5 inin kararsızım, %19,8 inin olabilir, %74 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 19.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 31 de görülmektedir.

**Tablo 31-Ankete Katılan Öğrencilerin 19.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

19.soru	N	%
Kesinlikle hayır	98	40,5
Olamaz	56	23,1
Kararsızım	25	10,3
Olabilir	30	12,4
Kesinlikle evet	33	13,6
Toplam	242	100

Tablo 31 de verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 19.soruya verdikleri cevapların %40,5 inin kesinlikle hayır, %23,1 inin olamaz, %10,3 ünün kararsızım, %12,4 ünün olabilir, %13,6 sınıfın kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 20.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 32 de görülmektedir.

**Tablo 32-Ankete Katılan Öğrencilerin 20.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

20.soru	N	%
Kesinlikle hayır	4	1,7
Olamaz	6	2,5
Kararsızım	28	11,6
Olabilir	49	20,2
Kesinlikle evet	155	64,0
Toplam	242	100

Tablo 32 de verilen bilgilere göre örneklemini oluşturan öğrencilerin 20.soruya verdikleri cevapların %1,7 sınıfın kesinlikle hayır, %2,5 inin olamaz, %11,6 sınıfın kararsızım, %20,2 sınıfın olabilir, %64 ünün kesinlikle evet olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin 21.soruya verilen cevaplarına göre dağılımı Tablo 33 de görülmektedir.

**Tablo 33-Ankete Katılan Öğrencilerin 21.Soruya Verdikleri Cevaplara Göre Dağılımı**

21.soru	N	%
1.sınıf cevap	36	14,9
2.sınıf cevap	46	19,0
3.sınıf cevap	38	15,7
4.sınıf cevap	122	50,4
Toplam	242	100

Tablo 33 de verilen bilgilere göre örnekleme oluşturan öğrencilerin 21.soruya verdikleri cevapların %14,9 unun 1.sınıf cevap, %19 unun 2.sınıf cevap, %15,7 sinin 3.sınıf cevap, %50,4 ünün 4.sınıf cevap olduğu görülmektedir.

21. soruya öğrencilerin verdikleri cevaplara göre öğrenciler sınıflanmış ve ortaya 4 çeşit sınıf çıkmıştır. Bunlardan 1.sınıfta yer alan öğrenciler bu soruya yani “Karmaşık sayı deyince ne aklınıza geliyor? Açıklayınız.” Sorusuna bir fikir beyan edememişler ya da bu soruyu bilmiyorum şeklinde cevaplamışlardır. 2.sınıfta yer alan öğrenciler karmaşık, sonucu belli değil, ne işimize yarıyor gibi belirsiz ifadeler kullanmışlardır. 3.sınıfta yer alan öğrenciler  $a + ib$ , reel ve sanal kısımdan oluşur şeklinde ifade kullanmışlar ve bu sınıftaki öğrenciler karmaşık sayıları iki terimli sayılar olarak görmüşlerdir. 4.sınıfta yer alan öğrenciler kök içinin negatif olması ve  $i$  ifadelerini kullanmışlardır. Bu sınıfta yer alan öğrenciler ise sayıda  $i$  aramışlardır.

• **“Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:**

Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır?

Hipotez: Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark vardır.

Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları tablo 34 de görülmektedir.

**Tablo 34-Cinsiyet Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamli Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları**

BOYUT	Cinsiyet	N	X	SS	F	P
Cinsiyet	Kız	153	63,111	14,493	1,068	0,303
	Erkek	89	64,707	16,450		

Öğrencilerin gruplandıkları cinsiyet değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında kız öğrencilerde ( $X=63,111$ ) olduğu görülmektedir. Buna karşılık erkek öğrencilerde ( $X=64,707$ ) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda kız ve erkek öğrenci grupları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonuçları tablo 35 de görülmektedir.

**Tablo 35-Cinsiyet Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamli Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan T-testi Sonuçları**

	Cinsiyet	N	X	SS	F	P
Toplam	Kız	153	63,111	14,493	1,068	0,448
	Erkek	89	64,707	16,450		

Öğrencilerin gruplandıkları cinsiyetlere göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında kız öğrencilerde ( $X=63,111$ ) olduğu görülmektedir. Buna karşılık erkek öğrencilerde ( $X=64,707$ ) şeklindedir.

Öğrencilerin kavram imajlarının anlamlı bir şekilde farklılaşıp farklılaşmadığını test etmek amacıyla bağımsız gruplar için t-testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda kız ve erkek öğrencilerde anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

- “Uygulanan anket sonrasında öğrencilerin buldukları okullar arasında karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:

Uygulanan anket sonrasında öğrencilerin buldukları okullar arasında karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Hipotez: Uygulanan anket sonrasında öğrencilerin buldukları okullar arasında karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Okul puanlarının betimsel istatistiği tablo 36 da görülmektedir.

**Tablo 36-Okul Puanlarının Betimsel İstatistiği**

Okullar	N	X	Standart sapma	Standart hata
Fen lisesi	48	59,0208	9,85531	1,42249
Anadolu lisesi	74	61,5135	12,41877	1,44365
Eğitim fakültesi	120	66,9167	17,73265	1,61876

Okul puanları için homojenlik testi tablo 37 de verilmiştir.

**Tablo 37-Varyanslar İçin Homojenlik Testi**

Levene istatistiği	sd1	sd2	P
18,517	2	239	,000

Buradaki sig. Yani p değeri 0,05 ten küçük olduğu için varyanslar homojen değildir. Bu durumda tukey testine değil LSD testine bakacağız.

Okul türü ölçümlerinin varyans analizi (ANOVA) tablo 38 de görülmektedir.

**Tablo 38-Okul Türü Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)**

Kaynak	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	2646,347	2	1323,174	5,940	,003
Grup içi	53242,632	239	222,773		

ANOVA tablosuna bakarak  $p < 0,05$  olduğundan okul türüne göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları anlamlı farklılık göstermektedir. Bu farklılığın ise hangi okul türleri arasında ve ne yönde olduğunu görmek için post hoc testi sonuçlarına bakmalıyız.

Öğrencilerin okul türlerine göre post hoc testi sonuçları tablo 39 da görülmektedir.

**Tablo 39-Öğrencilerin Okul Türlerine Göre Post Hoc Testi Sonuçları**

LSD				Ortalamalar arası farklılık	Standart hata	P
1,00	---	2,00		-2,49268	2,76614	,368
		3,00		-7,89583	2,54903	,002
2,00	---	1,00		2,49268	2,76614	,368
		3,00		-5,40315*	2,20610	,015
3,00	---	1,00		7,89583	2,54903	,002
		2,00		5,40315*	2,20610	,015

Öğrencilerin okullarına göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajı puanlarının uygulanan anket sonrasında anlamlı bir farklılığının olduğu görülmektedir. ( $p < 0,05$ ,  $F = 5,940$ )

Yapılan post hoc testi sonuçlarına göre birinci okul ile üçüncü okul arasında yani fen lisesi ( $X = 59,0208$ ) ile eğitim fakültesi ( $X = 66,9167$ ) arasında eğitim

fakültesi lehinde anlamlı bir fark vardır. Aynı şekilde post hoc testi sonuçlarına göre ikinci okul ile üçüncü okul arasında yani Anadolu lisesi ( $X=61,5135$ ) ile eğitim fakültesi ( $X=66,9167$ ) arasında eğitim fakültesi lehinde anlamlı fark vardır.

• **“Bölüm değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:**

Bölüm değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır?

Hipotez: Bölüm değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark vardır.

Bölüm değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları tablo 40 da görülmektedir.

**Tablo 40-Bölüm Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları**

	Bölüm	N	X	SS	F	P
Toplam	Fen bilimleri	223	63,618	15,497	1,334	0,249
	Eşit ağırlık	19	64,631	11,908		

Öğrencilerin gruplandıkları bölüm değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında fen bilimlerindeki öğrencilerde ( $X=63,618$ ) olduğu görülmektedir. Buna karşılık eşit ağırlıktaki öğrencilerde ( $X=64,631$ ) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda fen bilimleri ve eşit ağırlık öğrenci grupları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

Bölüm değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi sonuçları tablo 41 de görülmektedir.

**Tablo 41-Bölüm Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan T-testi Sonuçları**

	Bölüm	N	X	SS	F	P
Toplam	Fen bilimleri	223	63,618	15,497	1,334	0,732
	Eşit ağırlık	19	64,631	11,908		

Öğrencilerin gruplandıkları bölümlere göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında fen bilimlerindeki öğrencilerde ( $X=63,618$ ) olduğu görülmektedir. Buna karşılık eşit ağırlıktaki öğrencilerde ( $X=64,631$ ) şeklindedir.

Öğrencilerin kavram imajlarının anlamlı bir şekilde farklılaşp farklılaşmadığını test etmek amacıyla bağımsız gruplar için t-testi kullanılmıştır. Analiz sonucunda fen bilimleri ve eşit ağırlık bölümlerindeki öğrencilerde anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

• **“Akademik başarı değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:**

Akademik başarı değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır?

Hipotez: Akademik başarı değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark vardır.

Akademik başarı değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları tablo 42 de görülmektedir.

**Tablo 42- Akademik Başarı Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları**

BOYUT	Karne notu	N	X	SS	F	P
Akademik Başarı	49-0	1	61,000		4,107	0,003
	54-50	5	69,800	13,442		
	69-55	122	66,909	16,676		
	84-70	41	63,146	13,136		
	100-85	73	58,260	12,354		
	Toplam	242	63,698	15,228		

Öğrencilerin gruplandıkları akademik başarı değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında karne notu 49-0 aralığında olan öğrencilerde ( $X=61,000$ ), 54-50 aralığında olan öğrencilerde ( $X=69,800$ ), 69-55 aralığında olan öğrencilerde ( $X=66,909$ ), 84-70 aralığında olan öğrencilerde ( $X=63,146$ ), 100-85 aralığında olan öğrencilerde ( $X=58,260$ ) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda akademik başarı 49-0, 54-50, 69-55, 84-70, 100-85 aralığında olan öğrencilerde anlamlı farklılık bulunmuştur. ( $p < 0,05$ )

Akademik başarılarının betimsel istatistiği tablo 43 de görülmektedir.

**Tablo 43-Akademik Başarılarının Betimsel İstatistiği**

	N	X	Standart Sapma	Standart Hata
1,00	1	61,0000	.	.
2,00	5	69,8000	13,44247	6,01166
3,00	122	66,9098	16,67631	1,50980
4,00	41	63,1463	13,13690	2,05164
5,00	73	58,2603	12,35474	1,44601

Akademik başarılarının homojenlik testi tablo 44 de görülmektedir.

**Tablo 44-Varyanslar İçin Homojenlik Testi**

Levene istatistiği	sd1	sd2	P
5,932	3	237	,001

Buradaki sig. yani p değeri 0,05 ten küçük olduğu için varyanslar homojen değildir. Bu durumda Tukey testine değil LSD testine bakacağız.

Akademik başarı ölçümlerinin varyans analizi (ANOVA) tablo 45 de görülmektedir.

**Tablo 45-Akademik Başarı Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)**

	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	3622,994	4	905,749	4,107	,003
Grup içi	52265,985	237	220,532		

ANOVA tablosuna bakarak  $p < 0,05$  olduğundan akademik başarılarına göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları anlamlı farklılık göstermektedir.

• **“Anne eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:**

Anne eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır?

Hipotez: Anne eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark vardır.

Anne eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları tablo 46 da görülmektedir.

**Tablo 46-Anne Eğitim Durumu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları**

BOYUT	Eğitim Düzeyi	N	X	SS	F	P
Anne Eğitim Düzeyi	İlkokul	85	63,324	1,770	0,761	0,551
	Ortaokul	47	13,843	2,019		
	Lise	89	15,104	1,601		
	Lisans	20	14,328	3,204		
	Lisansüstü	1				
	Toplam	242	15,228	0,978		

Öğrencilerin gruplandıkları anne eğitim durumu değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında; anne eğitim durumu ilkokul düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=63,324$ ), ortaokul düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=13,843$ ), lise düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=15,104$ ), lisans düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=14,328$ ), lisansüstü düzeyde olan öğrencilerde ( $X=0$ ) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda anne eğitim düzeyi ilkokul, ortaokul, lise, lisans ve lisansüstü olan öğrencilerde anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

Anne eğitim durumu puanlarının betimsel istatistiği tablo 47 de görülmektedir.

**Tablo 47-Anne Eğitim Durumu Puanlarının Betimsel İstatistiği**

	N	X	Standart Sapma	Standart Hata
1,00	85	63,7882	16,32490	1,77068
2,00	47	62,2128	13,84375	2,01932
3,00	89	63,7416	15,10458	1,60108
4,00	20	65,4500	14,32875	3,20401
5,00	1	87,0000	.	.

Anne eğitim durumu puanlarının homojenlik testi tablo 48 de görülmektedir.

**Tablo 48-Varyanslar İçin Homojenlik Testi**

Levene istatistiği	sd1	sd2	P
1,035	3	237	,378

Buradaki sig. Yani p değeri 0,05 ten büyük olduğu için varyanslar homojendir. Bu durumda tukey testine bakacağız.

Anne eğitim durumu ölçümlerinin varyans analizi tablo 49 da görülmektedir.

**Tablo 49-Anne Eğitim Durumu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)**

	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	708,913	4	177,228	,761	,551
Grup içi	55180,067	237	232,827		

ANOVA tablosuna bakarak  $p > 0,05$  olduğundan anne eğitim durumuna göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları anlamlı farklılık göstermemektedir.

• **“Baba eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:**

Baba eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır?

Hipotez: Baba eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark vardır.

Baba eğitim durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları tablo 50 de görülmektedir.

**Tablo 50-Baba Eğitim Durumu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları**

BOYUT	Eğitim Düzeyi	N	X	SS	F	P
Baba Eğitim Düzeyi	İlkokul	40	62,125	14,912	0,793	0,531
	Ortaokul	29	63,931	19,043		
	Lise	96	63,135	14,923		
	Lisans	65	64,092	15,049		
	Lisansüstü	12	70,750	7,817		
	Toplam	242	63,698	15,228		

Öğrencilerin gruplandıkları baba eğitim durumu değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında; baba eğitim durumu ilkokul düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=62,125$ ), ortaokul düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=63,931$ ), lise düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=63,135$ ), lisans düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=64,092$ ), lisansüstü düzeyde olan öğrencilerde ( $X=70,750$ ) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda baba eğitim düzeyi ilkokul,

ortaokul, lise, lisans ve lisansüstü olan öğrencilerde anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

Baba eğitim durumu puanlarının betimsel istatistiği tablo 51 de görülmektedir.

**Tablo 51-Baba Eğitim Durumu Puanlarının Betimsel İstatistiği**

	N	X	Standart Sapma	Standart Hata
,00	40	62,1250	14,91203	2,35780
2,00	29	63,9310	19,04305	3,53621
3,00	96	63,1354	14,92340	1,52311
4,00	65	64,0923	15,04963	1,86668
5,00	12	70,7500	7,81752	2,25672

Baba eğitim durumu puanlarının homojenlik testi tablo 52 de görülmektedir.

**Tablo 52-Varyanslar İçin Homojenlik Testi**

Levene istatistiği	sd1	sd2	p
2,327	4	237	,057

Buradaki sig. Yani p değeri 0,05 ten büyük olduğu için varyanslar homojendir. Bu durumda tukey testine bakacağız.

Baba eğitim durumu ölçümlerinin varyans analizi tablo 53 de görülmektedir.

**Tablo 53-Baba Eğitim Durumu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)**

Kaynak	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	737,807	4	184,452	,793	,531
Grup içi	55151,173	237	232,705		

ANOVA tablosuna bakarak  $p>0,05$  olduğundan baba eğitim durumuna göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları anlamlı farklılık göstermemektedir.

Baba eğitim durumu post hoc testi sonuçları tablo 54 de görülmektedir.

**Tablo 54-Öğrencilerin Baba Eğitim Durumuna Göre Post Hoc Testi Sonuçları**

			Ortalamalar arası farklılık	Standart sapma	P	
-	1,00	-	2,00	-1,80603	3,72048	,989
			3,00	-1,01042	2,87083	,997
			4,00	-1,96731	3,06557	,968
			5,00	-8,62500	5,02093	,425
	2,00	-	1,00	1,80603	3,72048	,989
			3,00	,79562	3,23239	,999
			4,00	-,16127	3,40652	1,000
			5,00	-6,81897	5,23607	,690
	3,00	-	1,00	1,01042	2,87083	,997
			2,00	-,79562	3,23239	,999
			4,00	-,95689	2,45033	,995
			5,00	-7,61458	4,67077	,480
	4,00	-	1,00	1,96731	3,06557	,968
			2,00	,16127	3,40652	1,000
			3,00	,95689	2,45033	,995
			5,00	-6,65769	4,79293	,635
5,00	-	1,00	8,62500	5,02093	,425	
		2,00	6,81897	5,23607	,690	

			3,00	7,61458	4,67077	,480
			4,00	6,65769	4,79293	,635

Öğrencilerin uygulanan anket sonrasında anlamlı bir farklılığının olduğu görülmektedir. ( $p>0,05$ ;  $F=0,793$ )

Yapılan post hoc testi sonuçlarına göre baba eğitim durumlarından ilkokul, ortaokul, lise, lisans ve lisansüstü düzeylerinin hiçbirinin öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajlarında anlamlı farkı yoktur.

• **“Ailenin ekonomik durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır? ”a ilişkin bulgular ve yorumlar:**

Ailenin ekonomik durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark var mıdır?

Hipotez: Ailenin ekonomik durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları arasında fark vardır.

Ailenin ekonomik durumu değişkenine göre öğrencilerin karmaşık sayılardaki kavram imajlarına etkisinde anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları tablo 55 de görülmektedir.

**Tablo 55-Ailenin Ekonomik Durumu Değişkenine Göre Öğrencilerin Karmaşık Sayılardaki Kavram İmajlarına Etkisinde Anlamlı Bir Farkın Olup Olmadığını Belirlemek İçin Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları**

BOYUT	Ekonomik durum	N	X	SS	F	P
Ekonomik Durum	Düşük	7	66,142	18,862	0,149	0,861
	Orta	220	63,713	15,389		
	Yüksek	15	62,333	11,399		
	Toplam	242	63,698	15,228		

Öğrencilerin gruplandıkları ailenin ekonomik durumu değişkenine göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları karşılaştırıldığında ekonomik

durumu düşük düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=66,142$ ), orta düzeyinde olan öğrencilerde ( $X=63,713$ ), yüksek olan öğrencilerde ( $X=62,333$ ) olduğu görülmektedir. Analiz sonucunda ekonomik düzeyi düşük, orta, yüksek olan öğrencilerde anlamlı farklılık bulunamamıştır. ( $p>0,05$ )

Ailenin ekonomik durumu puanlarının betimsel istatistiği tablo 56 da görülmektedir.

**Tablo 56-Ailenin Ekonomik Durumu Puanlarının Betimsel İstatistiği**

	N	X	Standart sapma	Standart hata
1,00	7	66,1429	18,86291	7,12951
2,00	220	63,7136	15,38916	1,03754
3,00	15	62,3333	11,39967	2,94338

Ailenin ekonomik durumu puanlarının homojenlik testi tablo 57 de verilmiştir.

**Tablo 57-Varyanslar İçin Homojenlik Testi**

Levene istatistiği	sd1	sd2	p
1,086	2	239	,339

Buradaki sig. Yani p değeri 0,05 ten büyük olduğu için varyanslar homojendir. Bu durumda tukey testine bakacağız.

Ailenin ekonomik durumu ölçümlerinin varyans analizi (ANOVA) tablo 58 de verilmiştir.

**Tablo 58-Ailenin ekonomik Durumu Ölçümlerinin Varyans Analizi (ANOVA)**

	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	69,830	2	34,915	,149	,861
Grup içi	55819,150	239	233,553		

ANOVA tablosuna bakarak  $p > 0,05$  olduğundan ailenin ekonomik durumuna göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları anlamlı farklılık göstermemektedir.

Öğrencilerin ailenin ekonomik durumu puanlarının post hoc testi sonuçları tablo 59 da görülmektedir.

**Tablo 59-Öğrencilerin Ailenin Ekonomik Durumuna Göre Post Hoc Testi Sonuçları**

Tukey			Ortalamalar arası farklılık	Standart hata	P	
-	1,00	-	2,00	2,42922	5,86739	,910
			3,00	3,80952	6,99535	,849
	2,00	-	1,00	-2,42922	5,86739	,910
			3,00	1,38030	4,07821	,939
3,00	-	1,00	-3,80952	6,99535	,849	

Öğrencilerin ailelerinin ekonomik durumuna göre karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajı puanlarının uygulanan anket sonrasında anlamlı bir farklılığının olduğu görülmemektedir. ( $p > 0,05$ ,  $F = 0,149$ )

Yapılan post hoc testi sonuçlarına göre ailelerin ekonomik durumlarından düşük, orta ve yüksek durumlarının hiçbirinin öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajlarında anlamlı farkı yoktur.

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajlarını 242 öğrenci ile yapılan anket sonucunda yukarıdaki bulgulardan da yararlanarak akademik başarı ve okul değişkeninin etkilediği ortaya çıkmıştır. Okul değişkenine bakıldığında lise seviyesinde olan öğrenciler daha basit düşünmektedirler. Analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi eğitim fakültesinde okuyan öğretmen adayları lise öğrencilerine göre anket sonuçlarından daha yüksek puanlar almıştır.

Bir diğer sonuç ise öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajlarını fen bilimleri ya da eşit ağırlık bölümlerinde olması etkilememektedir. Aynı şekilde anne eğitim durumu, baba eğitim durumu ya da ailenin ekonomik durumu öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajlarını etkilememektedir.

**Karmaşık sayı kavram imajları:** 242 öğrenciden oluşan katılımcıların 21 sorudan oluşan bu anketi cevaplarının ardından yapılan istatistiklere göre öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturduğu kavram imajları verilen cevaplara göre incelendi. 20 sorunun sonunda 21.soru olarak öğrencilere yöneltilen soru “Karmaşık sayı deyince aklınıza ne geliyor? Açıklayınız.” şeklindeydi. İnceleme sonucunda verilen cevapların gruplar oluşturduğu görüldü. Bu gruplar

- Karmaşık sayı denilince açıklama yapamayanlar grubu: bu grupta yer alan öğrencilerin kâğıtları incelendiğinde sorulara verdikleri yanıtların rastgele cevaplar olduğu görülmüştür. Bir soruda verilen cevap ile diğer soruda verilen cevap tutarsızdır. Sonucu ve karmaşık sayıları tasvir etme sorusuna gelince bu öğrenciler bir fikir beyan edememişlerdir. Ya bilmediklerini “Bilmiyorum.” şeklinde yazmışlar ya da bu soruyu boş bırakmışlardır.

- Karmaşık sayı deyince karmaşık ve gereksiz sayı görenler grubu: bu grupta yer alan öğrenciler ilk grup gibi rastgele işaretlerle soruları cevaplamışlardır. Karmaşık sayıları ise “Bu sayılar çok karışık, sonucu belli olmayan sayılar, ne işimize yarıyor?” şeklinde yanıtlamışlardır. Hatta bazı öğrenciler 21.soruya “Matematikçilerin çözüm bulamadığı tıkanıdığı noktada uydurdukları sayılar” şeklinde cevap vermişlerdir.

• Karmaşık sayı deyince iki terim aklına gelenler grubu: bu gruptaki öğrenciler soruları kendi düşündükleri şekilde yani karmaşık sayıları iki terimden oluşan sorulara kesinlikle evet ya da olabilir şeklinde yanıtlamışlardır. Bu gruptaki öğrenciler bir sayının karmaşık sayı olabilmesi için  $a + ib$  şeklinde reel ve sanal kısımdan oluşması gerektiğini savunmuşlardır. Hatta sadece reel kısmı olan soruları karmaşık sayı olarak görmemişlerdir. Karmaşık sayı deyince aklınıza ne geliyor sorusuna “ $a + ib$ , reel ve sanal kısım, reel ve imajiner kısımlar” şeklinde cevap vermişlerdir.

• Karmaşık sayı deyince kök içinin negatif olması ve  $i$ 'li olarak cevaplayanlar grubu: bu gruptaki öğrenciler karmaşık sayıları  $x^2 + 1 = 0$  denkleminin sonucunda  $i = \sqrt{-1}$  cevabı ile ortaya çıktıklarını bilen ama karmaşık sayıları  $i$  olmadan düşünemeyenlerin grubudur. Bu gruptaki öğrenciler soruların karmaşık sayı olup olmadıklarını  $i$ 'ye bakarak karar vermişlerdir.  $i$  görmedikleri zaman o soruya kesinlikle hayır ya da olamaz olarak işaret koymuşlardır. Sonucu soruya ise bu gruptaki öğrenciler “Kök içinin negatif olması, kök içinin – olması,  $i$  varsa karmaşık sayı” şeklinde cevaplar vermişlerdir.

Ulaşılan dört sınıf sonucunda her bir sınıfın farklı kavram imajlarına sahip olduğu görüldüğü gibi farklı kavram yanılgılarına da sahip oldukları görülmektedir. Birinci sınıfta yer alan öğrenciler herhangi bir kavram imajı tanımlayamamaktadırlar. Bunun yanında bu sınıfta yer alan öğrenciler karmaşık sayıları tam olarak kavrayamamış ve bir görüntü oluşturamamış öğrencilerdir. Bu öğrencilere konu en başından ve soyutluğu azaltacak şekilde en somut haliyle anlatılması gerekmektedir. Böylelikle hem bir zihin haritası oluşturulmuş hem de çalışma sonucu görülen diğer grupların oluşturduğu kavram yanılgılarının önüne geçilmiş olur.

İkinci sınıfta yer alan öğrenciler karmaşık sayıları sadece sınav odaklı algılamışlardır. Bu yüzden öğrenciler karmaşık sayıları gereksiz ve boş uğraş olarak görmektedirler. Ne amaçla ya da ne için kullandıklarını kavrayamamışlardır. Bu sınıftaki öğrencilere karmaşık sayılardaki imajlarını genişletmeleri için günlük kullanım alanları gösterilmeli, diğer konularla ilişkisi öğretilmeli ve ortaya çıkış sebeplerindeki zorunluluktan bahsedilmelidir. Bunu yaparken de görsel haritalar

kullanılmalıdır. Böylelikle hem soyutluk azaltılmış olur hem de kavram imajı oluşturmalarına yardımcı olunmuş olur.

Üçüncü sınıfta yer alan öğrenciler tanıma çok takılmış ve bunun ötesine geçip diğer konular ile bağlantı kuramamış öğrencilerdir. Karmaşık sayıların kavram tanımını “*a ve b reel sayı,  $i^2 = -1$  olmak üzere  $z = a + ib$  ya da  $z = a + bi$  biçiminde tanımlı  $z$  sayısına kompleks sayı denir.*” şeklindedir. Bu sınıftaki öğrenciler de bu tanımdaki  $a + ib$  ifadesine takılıp ilerisini görememektedirler. Bu tip öğrencilere kavram imajlarını genişletmeleri için farklı örnekler gösterip karmaşık sayıların sadece  $a + ib$  formatında olmadığını kabullendirmelidir. Aksi takdirde bu öğrencilerde oluşan  $a + ib$  formatının dışındaki sayıları karmaşık sayı olarak görmeme kavram yanılması kalıcı olacaktır.

Dördüncü ve son sınıfta yer alan öğrenciler  $i$  sayısına takılıp kalmıştır. Bu öğrenciler  $i$ 'nin nereden meydana geldiğinin farkındadırlar. Hatta açıklama yaparken  $x^2 + 1 = 0$  denkleminin çözümü olan  $i^2 = -1$  ya da  $i = \sqrt{-1}$  ifadelerini kullanmışlardır. Ama bu öğrenciler “Bir sayının karmaşık sayı olabilmesi için içerisinde  $i$  sayısını bulundurmalıdır ya da kök içi negatif olmalıdır.” kavram yanılığına sahiptirler. Bu öğrenciler için de aynı üçüncü gruptaki öğrencilere yapılması gereken gibi aksi örnekler sunulmalı ve karmaşık sayı olması için mutlaka içerisinde  $i$  sayısı olmalıdır ya da kök içinde negatif sayı olursa karmaşık sayı olur ibareleri çürütülmelidir.

## 7. ÖNERİLER

Araştırma sonucunda öğrencilerin karmaşık sayılar için oluşturdukları kavram imajları dört grup olarak sınıflanmıştır. Bu sınıflamalar sonucunda öğrencilerin karmaşık sayıları tam olarak zihinlerinde canlandıramadıkları onlara bu kavramın soyut geldiği görülmektedir.

Karmaşık sayı deyince öğrencilerin öğrendikleri ile ilişki kuramadıkları ve bu yeni kavramı bambaşka bir dünya gördükleri ortaya çıkmıştır. Yani sayı kümeleri arasında geçiş yapamadıkları görülmektedir. Öğrendikleri bu yeni kavramın diğer öğrendiklerinin devamı olmadığını düşünmektedirler. Aslında karmaşık sayıları sadece tanım etrafında zihinlerinde canlandırdıkları görülmektedir. Onların bu zihin haritaları bağlantı kuramadıkları diğer konulardan dolayı kavram imajlarını yetersiz kılmaktadır.

Karmaşık sayıların soyut doğasından dolayı öğrencilerden kavram imajının basit kaldığı görülmektedir. Bu basitliği gidermek için soyutluğu en aza indirecek şekilde konuyu anlatmaya görselleştirme ile başlamak gerekir. Tanımlar ve verilen dar açılı örneklerle konunun öğrenciler için anlaşılmasının zor olduğu görülmektedir. Bunun bir başka yolu ise sayı kümelerini genişleterek ve kapsama durumuna vurgu yaparak konuyu ele almaktır.

Araştırma sonucunda öğrencilerin reel sayıların daha geniş halinin karmaşık sayılar olduğunun farkında olmadıkları görülmektedir. Bir diğer mesele ise öğrencilerin  $i$  sayısına fazla takılmalarıdır. Yani karmaşık sayıları  $i$  olmadan düşünemedikleri görülmektedir. Üçüncü ve dördüncü grubun cevaplarına bakarak  $i$  bir karmaşık sayıyı oluşturan en temel unsur olarak düşünmektedirler. Bu algıyı ise öğretmenler üniteyi sonlandırdıktan sonra elimizdeki anket tarzında bir tarama testi ile oluşan kavram yanlışlarını tespit edip gerekli düzeltmeyi yapması ile giderebilir.

## KAYNAKÇA

- Avgören, Selma (2011). Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin katı cisimler (prizma, piramit, koni, silindir, küre) ile ilgili sahip oldukları kavram imajı. Yüksek lisans tezi, GAZİ ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, Mehmet ve Kutluca, Tamer (2010). 12.sınıf öğrencilerinin süreklilikle ilgili kavram yanlışlarının incelenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5 (3), 1C0156.
- Aztekin, Serdar (2012). Repertuar çizelge tekniği ile matematikteki limit kavramı ile ilgili anlayışların belirlenmesi. *International Online Journal of Education Sciences*, 4 (3), 659-671.
- Baki, A. (1998). *Matematik öğretiminde işlemsel ve kavramsal bilginin dengelenmesi*. Atatürk Ün., 40. Kuruluş Yıldönümü Matematik Sempozyumu, Erzurum.
- Bal, Mustafa (2011). *Çalışan Personelin Kurumsal İmaj Oluşumuna Etkisi*. Yüksek lisans tezi. SELÇUK ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Baykul, Yaşar (1979). Örtük özellikler ve klasik test kuramları üzerine bir karşılaştırma. Yayımlanmamış Doktora Tezi, HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ, Ankara.
- Bingölbali, Erhan, Özmantar, Mehmet Fatih. (Nisan 2015). *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri*. <http://slideplayer.biz.tr/slide/3201282/>, Erişim tarihi: 31.05.2016.
- Boz, Nihat (2008). Matematik neden zor? *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2 (2), 52-65.
- Canköy, Osman. (Eylül 2000). *Kavram yanlışısı nedir?* [www.aoa.edu.tr/cankoy/Kavram%20Yanilgisi%20Nedir.doc](http://www.aoa.edu.tr/cankoy/Kavram%20Yanilgisi%20Nedir.doc), Erişim tarihi: 09.05.2016.
- Clement, J. J. (1977). Some Types of Knowledge Used in Understanding Physics. *University of Massachusetts, Department of Physics and Astronomy*.
- Çetin, İbrahim (2009). *7. ve 9. Sınıf Öğrencilerinin Oran Orantı Konusundaki Kavram Yanlışları*. Yüksek lisans tezi, SELÇUK ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- D'Ambrosio, B. S. ve Campos, T. M. M. (1990). Preservice Teachers' Representations of Children's Understanding of Mathematical Concepts: Conflict and Conflict Resolution. *Educational Studies in Mathematics*, 23, 213-230.
- Dede, Yüksel, Bayazit, İbrahim ve Soybaş, Danyal (2010). Öğretmen Adaylarının Denklem, Fonksiyon ve Polinom Kavramlarını Anlamaları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18 (1), 67-88.
- Delice, Ali ve Sevimli, Eyüp (2010). Geometri Problemlerinin Çözüm Süreçlerinde Görselleme Becerilerinin İncelenmesi: Ek Çizimler. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 31, 83-102.
- Doğan, Ahmet ve Abdildaeva, Elmira (2013). Trigonometrik denklem sistemlerinin çözümünde görsel ve analitik uygulama üzerine bir çalışma. *Manas Journal of Engineering*, 1 (1), 51-58.
- Doğan, Ahmet ve Çetin, İbrahim (2009). Doğru ve ters orantı konusundaki 7. ve 9.sınıf öğrencilerinin kavram yanlışları. *UŞAK ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (2), 118-128.
- Doğan, Ahmet ve Şimşek, Dağıstan (2015). İki katlı integral konusunda lisans öğrencilerinin yanlışları, öğrenme güçlükleri ve çözüm önerileri. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 84-95.
- Doğan, Fatma Sonay (2013). *Geometri Dersi Uzay Konusunda 12. Sınıf Öğrencilerinin Hata ve Kavram Yanlışlarının Belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Ergün, Seda (2010). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenlerde Algılama, Tanımlama ve Sınıflama Biçimleri*. Yüksek lisans tezi, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erşen, Zeynep Bahar ve Karakuş, Fatih (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının dörtgenlere yönelik kavram imajlarının değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4 (2), 124-146.
- Fisher, K. (1985). A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation. *Journal of Biology Education*, 22, 53-62.
- Giraldo, Victor, Tall, David ve Carvalho, Luiz Mariano (2003). *Using Theoretical-Computational Conflicts to Enrich the Concept Image of Derivative*. *Research in Mathematics Education*, 5(1), 63-78.

- Glesne, C. ve Peskin, A. (1992). *Becoming qualitative researchers: An introduction*. White Plains, NY: Longman.
- Graeber, A, ve Johnson, M. (Eds.) (1991). Insights into secondary school students' understanding of mathematics. *College Park, University of Maryland, MD*.
- Gutierrez, Angel, Jaime, Adela (1999). Preservice Primary Teachers' Understanding of the Concept of Altitude of a Triangle. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2, 253–275.
- Güzel, Mehmet, Bozkurt, Ali ve Koç, Yusuf (2014). İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin silindir kavramına dair kavram imajlarının incelenmesi. *ICEMST 2014*: 1061.
- Hatırsaru, Vesife ve Erbaş, Ayhan Kürşat (2013). Endüstri Meslek Lisesi öğrencilerinin fonksiyon kavramını anlama düzeylerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21 (3), 865-882.
- Hiebert, J. ve Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*, 1-27.
- Juter, Kristiana (2007). Students' Conceptions of Limits: High Achievers versus Low Achievers. *The Montana Mathematics Enthusiast*, ISSN 1551-3440, 4(1), 53-65.
- Kabael, Tangül, Barak, Başak ve Özdaş, Aynur (2015). Öğrencilerin limit kavramına yönelik kavram imajları ve kavram yanlışları. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 5 (1), 88-114.
- Kondratieva1, Margo F. ve Radu, Oana G. (2009). Fostering Connections Between the Verbal, Algebraic, and Geometric Representations of Basic Planar Curves for Student's Success in the Study of Mathematics. *The Montana Mathematics Enthusiast*, ISSN 1551-3440, 6(1 ve 2), 213-238.
- Küçük Kurt, Mehmet (1988). Halkla İlişkilerde Araştırma Yöntemleri ve Değerlendirme. Halkla İlişkiler Sempozyumu-87 içinde, Ankara: ANKARA ÜNİVERSİTESİ B.Y.Y.O. ve TODAİE Yayınları, 155-171.
- Mclver, J. P. ve Carmines, E. G. (1982). *Unidimensional Scaling. Sage University Paper Series on Quantitative Application in the Social Sciences*. Beverly Hills and London: Sage Publications.
- Nordlander, Maria Cortas and Nordlander, Edvard (2012). On the concept image of complex numbers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43:5, 627-641.
- Öner, Abdülkadir ve Ertekin, Erhan (2015). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Periyodik Kavramıyla İlgili Kavram İmajları. *GEFAD/GUJGEF*, 35 (2), 333-353.
- Özkan, Erdoğan Mehmet ve Ünal, Hasan (2009). Limitte Kavram Yanılgısı: L'hospital Kuralının Uygulanması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3 (2).
- Özmantar, Mehmet Fatih ve Yeşildere, Sibel (2008). *Limit ve Süreklilik Konularında Kavram Yanılgıları ve Çözüm Arayışları*. Mehmet Fatih Özmantar, Erhan Bingölbali ve Hatice Akkoç (Editörler), *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri (151-180)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Posner, G. J. ve Gertzog, W. A. (1982). The Clinical Interview and the Measurement of Conceptual Change. *Science Education*, 66, 195-209.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ve Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception : Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Przenioslo, Malgorzata (2004). Images of the Limit of Function Formed in the Course of Mathematical Studies at the University. *Educational Studies in Mathematic*, 55, 103–132.
- Sağlam, Yılmaz, Kanadlı, Sedat ve Uşak, Muhammed (2012). Bağlamlın öğrencilerin kavram imajları üzerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4, 131-145.
- Semadeni, Zbigniew (2008). Deep intuition as a level in the development of the concept image. *Educational Studies in Mathematics*, 68:1-17.
- Senemoğlu, Nuray (2005). *Gelişim Öğrenme Ve Öğrenme. Kuramdan Uygulamaya*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Stavy, R. ve Berkowitz, B. (1980). Cognitive Conflict as a Basis for Teaching Quantitative Aspects of the Concept of Temperature. *Science Education*, 64, 679-692.
- Şahin, D. Bahar ve Gülleroğlu, H. Deniz (2013). Likert tipi ölçeklere madde seçmede kullanılan farklı madde analizi teknikleri ile oluşturulan ölçeklerin psikometrik özelliklerinin incelenmesi. *Asya Öğretim Dergisi*, 1(2), 18-28.
- Şişman, Metin, Lökçü, Muslu, Oğuz, Turgut ve Atak, Özcan (2012). *Ortaöğretim Matematik 11.Sınıf Ders Kitabı (1.Baskı)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

- Tall, David ve Vinner, Shlomo (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151-169.
- Tuluk, Güler (2014). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Nokta, Çizgi, Yüzey ve Uzay Bilgileri ve Çoklu Temsilleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22 (1), 367-384.
- Turan, İbrahim, Şimşek, Ümit ve Aslan, Hasan (2015). Eğitim Araştırmalarında Likert Ölçeği ve Likert-Tipi Soruların Kullanımı ve Analizi. *SAKARYA ÜNİVERSİTESİ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 186-203.
- Turanlı, Necla, Keçeli, Vildan ve Karakaş Türker, Naime (2007). Ortaöğretim İkinci Sınıf Öğrencilerinin Karmaşık Sayılara Yönelik Tutumları ile Karmaşık Sayılar Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Ortak Hataları. *BAÜ FBE Dergisi*, 9(2), 135-149.
- Ubuz, Behiye ve Gökbulut, Yasin (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının piramit bilgileri: tanım ve örnekler oluşturma. *AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 335-351.
- van Dormolen, J. ve Zaslavsky, O. (2003). The many facets of a definition: The case of periodicity. *Journal of Mathematical Behavior*, 22, 91-106.
- Vinner, S. (1991). *The role of definitions in the teaching and learning of mathematics*. In D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking*, 65-81. Dordrecht: Kluwer.
- Vinner, Shlomo (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14 (3), 293-305.
- Yaşar, Metin (2014). İstatistiğe yönelik tutum ölçeği: geçerlilik ve güvenirlik çalışması. *PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36 (2), 59-75.
- Zembat, İ. Ö. (2008). *Kavram Yanılgısı Nedir?*. M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*, 1-8. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Zimmerman, W. ve Cunningham, S. (1991). Editor's introduction: *What is mathematical visualization?* In W. Zimmerman and S. Cunningham (Eds.), *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*, 1-8. Washington, DC: The Mathematical Association of America.

## EKLER

### Ek 1

Ad-Soyadı:

Bölümü: Fen Bilimleri ( ), Eşit Ağırlık ( )

Cinsiyet: Kız ( ), Erkek ( )

1.Dönem Matematik Karne Notu: 100-85 ( ), 84-70 ( ), 69-55 ( ), 54-50 ( ), 49-0 ( )

Anne Eğitim Durumu: İlkokul ( ), Ortaokul ( ), Lise ( ), Lisans ( ), Lisansüstü ( )

Baba Eğitim Durumu: İlkokul ( ), Ortaokul ( ), Lise ( ), Lisans ( ), Lisansüstü ( )

Ailenin Ekonomik Durumu: Düşük ( ), Orta ( ), Yüksek ( )

Sevgili öğrenciler,

Bu test, karmaşık sayılar konusunda öğrencilerin kavram imajlarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Sorulara verdiğiniz cevaplar bilimsel bir araştırmada kullanılacaktır. Sizi değerlendirmek amacıyla hazırlanmamıştır. İfadeleri dikkatli bir şekilde okuyarak, boş bırakılan yerlere açıkça yazınız.

İlginiz için teşekkür eder, derslerinizde başarılar dilerim.

SEMA ÖZDİNÇ KARAKAŞ

Matematik Öğretmeni

Aşağıdaki matematiksel ifadelerin karmaşık sayı olup olmadığını yorumlayınız.

	KESİNLİKLE EVET	OLABİLİR	KARARSIZIM	OLAMAZ	KESİNLİKLE HAYIR	NEDEN
1) $i$						
2) $i^i$						
3) $-2,5$						
4) $e^{i\pi}$						
5) $5\cos\pi$						

6) $\cos\pi + i\sin\pi$						
7) $\cos\pi + i\sin\pi$						
8) $e$						
9) $\ln 5$						
10) $\frac{4}{11}$						
11) $7\pi$						
12) $\sqrt{7}$						
13) $-80$						
14) $\frac{\pi}{4}$						
15) $-\frac{\sqrt{2}}{2}$						
16) $\sin\frac{\pi}{2}$						
17) $i + 4\sin\frac{\pi}{3}$						
18) $5 + 2i$						
19) $5\cos\pi$						
20) $i^e$						
21) Karmaşık sayı deyince aklınıza ne geliyor? Açıklayınız.						

Anket bitti cevaplarınızı kontrol ediniz. Katılımınız için teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

T. C.

### NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

#### Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Adı Soyadı: Sema ÖZDİNÇ KARAKAŞ	İmza:
Doğum Yeri: KÜTAHYA-Merkez	
Doğum Tarihi: 21.04.1989	
Medeni Durumu: EVLİ	

#### Öğrenim Durumu

Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Mehmet Çini İlköğretim Okulu	İlköğretim	Kütahya	2000
Ortaöğretim	Mehmet Çini İlköğretim Okulu	Ortaöğretim	Kütahya	2003
Lise	Kütahya Anadolu Öğretmen Lisesi	Anadolu öğretmen lisesi	Kütahya	2007
Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği	Konya	2012
Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Matematik Eğitimi	Konya	Halen
Becerileri	Matematik, Microsoft ofis.			
İlgi Alanları	Matematik,			
İş Deneyimi	Çankırı Kız Teknik ve Meslek Lisesi	Çankırı	2013-2014	
	Hayri Aslan MTAL	Ankara	2014-2017	
	Atatürk Anadolu Lisesi	Iğdır	2017-halen	
Aldığı Ödüller	-			
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar	Doç. Dr. Allagully GURBANLYYEV			
Tel	05548773755			
Adres	Atatürk Mh. Yzb. Serdar Yücel Sk. 4H/9 IĞDIR/Merkez.			

