

Ortaöğretim ikinci sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılara yönelik tutumları ile karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ve ortak hataları

Necla TURANLI^{1,*}, Vildan KEÇELİ², Naime Karakaş TÜRKER³

¹Hacettepe Üniversitesi OFMA Bölümü Matematik Anabilim Dalı Beytepe-Ankara

²Kozlu Atatürk İlköğretim Okulu Zonguldak

³Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi Bigadiç Balıkesir

Özet

Bu çalışma 2005-2006 eğitim-öğretim yılında ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ile ortak hataları ve karmaşık sayılara yönelik tutumlarını belirlemek ve öğrencilerin karmaşık sayılara yönelik, tutumları ile kavram yanlışları arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Veri toplama araçları olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen 20 maddelik Karmaşık Sayılar Tutum Ölçeği ile kavram yanlışlığı ve hataların belirlenmesinde 15 maddelik Karmaşık Sayılar Teşhis Testi kullanılmıştır. Karmaşık Sayılar Tutum Ölçeğinin güvenilirliğinde Cronbach Alpha katsayısı .94 'tür. Yapı geçerliği için yapılan faktör analizinde ölçek tek boyutlu çıkmıştır. Karmaşık Sayılar Teşhis Testinin güvenilirliğinde Cronbach Alpha katsayısı .73 'tür. Geçerlik için ise uzman görüşü alınmıştır. Verilerin çözümlenmesinde SPSS 11.5 paket programı kullanılmıştır. Karmaşık sayılar konusunda ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışları tespit edilmiştir. Karmaşık sayılara yönelik tutumların olumluya yakın olduğu ve karmaşık sayılara yönelik tutumla karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları arasında pozitif yönde manidar bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Tutum, Kavram Yanlışlığı, Karmaşık Sayılar, Hata

The secondary school second grade students attitudes towards complex numbers their misconceptions about and common errors in complex numbers

Abstract

This study aims to identify the secondary school second grade students' misconceptions in complex numbers; their common errors and attitudes towards complex numbers. Besides, it is also aimed to elaborate whether there is a relation between the students' attitudes and their errors in complex numbers. The means of data collection used for the study are a twenty-item Complex Numbers Attitude Criterion and a fifteen-item Complex Number Diagnostic Test. The Complex Numbers Attitude Criterion's Cronbach Alpha coefficient of reliability is .94. In the factor analysis of validity, the criterion is one dimensional. The Complex Numbers Diagnostic Test's Cronbach Alpha coefficient of reliability is .73. For validity, expert opinion has been taken. SPSS 11.5 has been used for the analysis of research data. The secondary school second grade students' misconceptions are identified. Their attitude towards complex numbers is rather positive. There is positive correlation between students' attitude towards complex numbers and their misconceptions of complex numbers.

Key Words: Attitude, Misconception, Error, Complex Numbers.

* Necla TURANLI, turanli@hacettepe.edu.tr

1. Giriş

Matematik sadece bilim adamlarına özgü olmayan, günlük yaşamda etkili olan ve herkesin belli bir ölçüde mutlaka bilmesi gereken bir disiplindir. Yaratıcı düşünce ve akıl yürütme süreçlerini geliştirdiği ve bir anlamda ülkelerin gelişmişlik seviyesini etkilediği için matematik eğitimi büyük bir önem taşımaktadır. Böylesine önemli bir alanda başarı, başarıyı artırma yolları ve başarıyı etkileyen faktörler araştırmacıların ilgi odağı olmuştur ve olmaktadır (Simon & Hocevar, 1998 [1] ; Ma, 1999[2]. Aile, öğretmen , çevre , motivasyon, öğretim ortamının niteliği, öğrencinin ders çalışma alışkanlığı, öğretim yöntemleri, tutumlar ve kavram yanlışları bu faktörlerden bazılarıdır.

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki öğrencilerin matematikteki bir öğrenme durumuna karşı tutumları başarıyı etkilemektedir. Openheim'a (1992) [3] göre **tutum**, belirli bir uyarıyla karşılaşıldığı zaman kişinin bu duruma karşı belli bir şekilde tepki gösterme eğilimidir (Türkmen 2002, p.219) [4]. Oruç (1993) [5] 'a göre tutumlar davranış değil, insanın davranışına yön veren psikolojik değişkenlerdir. Tutumla ilgili bir diğer çalışma ise Kaytancı (1998) [6]'ya aittir. Bu çalışmada Kaytancı, Bloom (1995) [?]'un; bir öğrencinin matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesinin matematik dersindeki başarısını artırdığını; tutumlarının olumsuz olmasının ise matematik dersindeki başarısını düşürdüğü şeklindeki görüşlerine yer vermiştir.

Matematiğe yönelik tutumla ilgili başka bir çalışmada Akın (2002) [7] ilköğretim 4.,5.,6.,7. ve 8. sınıf öğrencilerinden oluşan random olarak seçilmiş 448 kişilik bir örneklem üzerinde matematik dersinden alınan notla matematik dersine yönelik tutum arasında yüksek düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu bulmuştur. Araştırmanın örnekleminden elde ettiği sonuca göre matematik dersine yönelik tutumlardaki toplam varyansın (değişkenliğin) %59'unun matematik notundan kaynaklandığını bulmuştur. Bu sonucu destekleyen çalışmalarda (Betz 1978[?]; Restnick ve diğerleri 1982[?]; Dew ve diğerleri, 1984[?]; Muinos, 1988[?] matematiği zayıf olan öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarının diğer öğrencilerden daha düşük çıktığını ifade etmiştir. Fakat bunun aksine Cain-Caston (1993) [?] un öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarıları ile tutumları arasında kayda değer bir ilişkiye rastlamadığını belirtmiştir (Akın 2002[7], p.52).

Ubuz (1999) [8] ' a göre **kavram yanlışlığı**, öğrencilerin kavramları bilimsel olarak kabul edilen kavram tanımından farklı olarak algılaması; **hata** ise yanıtlardaki yanlışlıklardır. Baki, & Bell (1997) [9] kavram yanlışlıklarını kişisel deneyimler sonucu oluşmuş, bilimsel gerçeklere aykırı olan ve bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyici bilgiler olarak görmektedir. Eryılmaz ve Sürmeli (2002) [10]'ye göre öğrenciye ait düşüncenin kavram yanlışlığı sayılması için art arda üç koşulu sağlaması gerekir: Birincisi öğrencinin düşüncesinin gerçek bilime uygun olmaması, ikincisi öğrencinin bu yanlış düşüncesini savunması (yani sahiplenmesi) için gerekçeler göstermesi veya açıklamalarda bulunması, üçüncüsü ise kendi cevap ve açıklamalarından emin olması gerekmektedir. Özbellek (2003) [11], kavram yanlışlıklarının anlamlı öğrenmede büyük bir engel oluşturduğunu, özellikle de kalıcı olan yanlışlıkların zamanında giderilmemesinin matematik öğretiminin hedeflerine ulaşmada önemli zorluklara neden olduğunu belirtmiştir. Baki (1996) [12]'ye göre matematik derslerinde başarının düşük olmasının en önemli sebeplerinden biri kavram

yanlışlarıdır. Kavram yanlışları tespit edilmeli ve yanlışları azaltıcı veya yok edecek ders materyalleri geliştirilmelidir.

Son yıllarda ülkemizde kavram yanlışları ile ilgili çalışmalarda bir artış gözlenmiştir. Bu çalışmalar daha çok geometri, analiz ve cebir konularına yöneliktir. Geometri alanıyla ilgili Özsoy, & Kemankaşlı (2004) [13] 'nın yaptığı bir çalışmada çember konusundaki hatalar ve kavram yanlışlarına, bir diğer çalışmada ise Ubuz (1999) [8] açılar konusuyla ilgili hata ve kavram yanlışlarına yer vermiştir

Cebir alanındaki çalışmaların sayısının daha fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu çalışmalardan birinde Karapür (2002) [14] Van'daki liselerde; okulların ve öğrencilerin random olarak belirlendiği 217 kişilik bir örneklem grubuyla çalışarak orta öğretim öğrencilerinde olasılık öğretiminde görülen kavram yanlışlarını tespit etmiş ve yanlışların nedenlerini araştırmıştır. Araştırmacı bu çalışmada kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla 32 soru içeren çoktan seçmeli test kullanmış ve bu maddelerden yola çıkarak öğrencilerin olasılığa karşı tutum ve çalışma alışkanlıklarının da olasılık kavramlarındaki yanlışları etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Bu alanda yapılan bir diğer çalışmada Demetgül (2001) [15] ortaöğretim 2. sınıf öğrencilerinden oluşan 280 kişilik bir örneklem grubunda trigonometri konusundaki kavram yanlışlarını belirlemiştir. Araştırmada ortaöğretim öğrencilerinin trigonometri konusunda kavram yanlışlarına ve eksik bilgilere sahip olduğu sonucuna varmıştır

Cebirle ilgili yapılan diğer çalışmalarda; üslü ve köklü çokluklardaki işlem yanlışları (Orhun 1998) [16], mutlak değer konusundaki hatalar ve kavram yanlışları (Şandır, Ubuz, & Argün, 2002) [17], eşitliklerin çözümündeki başarı ve kavram yanlışları (Ersoy, & Erbaş, 2000) [18] ile alınmıştır.

Bu çalışmanın amacı karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışlarını ve hataları, karmaşık sayılara yönelik tutumları belirlemek ve öğrencilerin karmaşık sayılara yönelik tutumları ile kavram yanlışları arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmaktır. Yapılan literatür çalışması sonucunda karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışlarıyla ilgili ve tutumla kavram yanlışları arasındaki korelasyonu bulmaya yönelik bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak karmaşık sayılarla ilgili olarak, sadece reel sayılar kümesinde geçerli olan $\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} = \sqrt{a \cdot b}$ kuralının, karmaşık sayılar kümesinde de geçerli olduğu yanlışlığı literatüre girmiştir (Schechter 2006) [19]. Ayrıca literatürdeki çalışmalarda matematik dersine yönelik tutumun ele alındığı, matematik dersinde sadece bir konuya yönelik tutuma yer verilmediği görülmüştür (Ma 2003[20]; Ma & Xu 2004[21]; Ma & Kishor 1997[22]; Minato & Kamada 1996[23]; Reynolds & Walberg 1992[3]; Pearce, Lungren, & Wince 1998[24]; Odell & Schumacher 1998[25]; Garaway 1994[26]; Moralı, Köroğlu & Çelik 2004[27], Akın 2002[7]. Bu yüzden karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ile hataların ve karmaşık sayılara yönelik tutumun belirlenmesinin, tutumla kavram yanlışları arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılmasının gerekliliği düşünülmüş ve aşağıda belirtilen sorulara cevap aranmıştır:

1.1. Araştırma soruları

- 1) Ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılar konusunda kavram yanlışları ve hataları nelerdir?
- 2) Ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılar konusuna karşı tutumları nasıldır?
- 3) Ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışları ile karmaşık sayılara karşı tutumları arasında bir ilişki var mıdır? Varsa bu ilişki nasıldır?

2. Yöntem

2.1. Evren

Lise 2. sınıf öğrencileri hedef evren olarak belirlenmiştir. Ancak Ankara ili, Balıkesir'in Bigadiç ilçesi ve Zonguldak'ın Kozlu beldesi ulaşılabilir evren olarak alınmıştır. Araştırmadaki verilerin sağlıklı olabilmesi amacıyla meslek liseleri ve liselerin Türkçe-Sosyal ve Sosyal bölümleri kapsam dışında bırakılmıştır. Bunun yapılmasının bir nedeni meslek liselerinin matematik müfredatının normal liselerin matematik müfredatını geriden takip etmesi bir diğeri ise Türkçe-Sosyal gruplarının bilgi seviyelerinin araştırmamıza uygun olmayışındır. Ankara ilinin, Bigadiç ilçesinin ve Kozlu beldesinin seçilme nedeni, araştırmacıların o bölgelerde görev yapmaları ve bu sebeple araştırmayı yakından takip edebilme imkânına sahip olmalarıdır.

Araştırma için 450 anket hazırlanmıştır. Uygulama sırasında 323 öğrenciye ulaşılmış ve anketleri değerlendirmeye alınmıştır. Ankara'dan 2 Anadolu Lisesi, 1 Yabancı Dil Ağırlıklı Lise, Bigadiç'ten 1 düz lise, Kozlu'dan 1 düz lise ile yabancı dil ağırlıklı lise araştırma kapsamında yer almıştır. Tablo 1'de illere, okul türlerine ve cinsiyete göre öğrenci dağılımları verilmiştir.

Tablo 1. İllere, okul türlerine ve cinsiyete göre öğrenci dağılımları

Bulunduğu İl	Okul Türü	Cinsiyet		TOPLAM
		Kız	Erkek	
Ankara	Anadolu Lisesi	56	35	91
	Anadolu Lisesi	30	38	68
	Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	22	12	34
Balıkesir/Bigadiç	Düz Lise	29	22	51
Zonguldak/Kozlu	Düz Lise	28	13	41
	Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	20	18	38
	TOPLAM	185	138	323

2.2. Araştırmanın yöntemi

Yapılan çalışma betimsel ve ilişkisel araştırma niteliğindedir.

2.3. Veri toplama araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak 5'li Likert tipinde bir tutum ölçeği ile 15 tane açık uçlu sorudan oluşan bir teşhis testi kullanılmıştır. Bu testler araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Ölçeklerin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için uzman yardımına başvurulmuştur. Aşkar (1986) tarafından geliştirilen **Matematik Tutum**

Ölçeği karmaşık sayılar konusuna uyarlanarak **Karmaşık Sayılar Tutum Ölçeği** adı altında kullanılmıştır. Ölçek 11’i olumlu, 9’u olumsuz 20 maddeden oluşmaktadır. 60 kişilik bir grupta uygulanarak geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Bunun sonucunda ölçeğin güvenilirliğine ait Cronbach Alpha katsayısı .94 bulunmuş ve geçerlik için faktör analizi yapılarak ölçekteki maddelerin tek boyutta toplandığı görülmüştür.

Kavram yanlışlığı için teşhis testi hazırlanması aşamasında ders öğretmenlerinin ve konu ile ilgili uzmanların görüşleri de alınarak öğrencilerin kavramsal boyutta açıklamalar yapmasını gerektiren açık uçlu sorulardan oluşan 15 maddelik bir teşhis testi hazırlanmıştır. Hazırlanan **Karmaşık Sayılar Teşhis Testi** 55 kişilik bir deneme grubuna uygulanarak testin güvenilirliği için Cronbach Alpha katsayısı .73 olarak hesaplanmıştır. Geçerlik içinse uzman görüşü alınmıştır. Bu sonuç doğrultusunda her iki ölçeğin geçerlik ve güvenilirliği tatmin edici düzeydedir (Tavşancıl 2005, p.29).

2.4. Verilerin toplanması

Araştırma 2005–2006 eğitim-öğretim yılının bahar döneminin başında araştırmacılar ve belirtilen okullardaki ders öğretmenleri tarafından 1 ders saatinde uygulanmıştır. Uygulamadan önce öğrencilere karmaşık sayılar konusuna yönelik tutum ve karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışlığı ile ilgili bir araştırma için çalışma yapılacağı ve daha sonra araştırmanın sonuçlarının onlarla paylaşılacağı söylenmiş ve gönüllü katılım sağlanmıştır.

2.5. Verilerin Analizi

Hazırlanan ölçekler 323 kişilik bir örneklem grubuna uygulanmıştır. Araştırma verilerinin analizinde SPSS 11.5 programı kullanılmıştır. Karmaşık sayılar teşhis testinin güvenilirliği için puanlama klasik sınav puan cetveli şeklinde yapılmıştır. Bunun dışında sadece yanlış ve hatalar kısaltmalar kullanılarak SPSS 11.5’te (string değişken) veri olarak girilmiş ve bu veriler makinede saydırılmıştır.

Tutum puanı ve kavram yanlışlığı sayısı sürekli değişkenlerdir. Bu nedenle tutum ve kavram yanlışlığı arasındaki ilişkiyi bulmak için Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu kullanılmıştır. Örneklem tutum puanı ortalamasının evrende beklenen değerden farklı olup olmadığını bulmak için One-sample t-testi kullanılmıştır. İstatistiklerin manidarlıkları .01 düzeyinde ve çift yönlü sınımlanmıştır. Öğrencilerin soru bazında cevaplarının incelenmesinde yüzde ve frekanslardan faydalanılmıştır.

3. Bulgular ve yorum

3.1. “Ortaöğretim II. Sınıf Öğrencilerinin Karmaşık Sayılar Konusunda Kavram Yanlışlığı Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Yapılan çalışma sonucunda Karmaşık Sayılar Ünitesinde karşılaşılan hata ve yanlışlıklar aşağıdaki gibi tespit edilmiştir:

- 1*) Bir karmaşık sayının eşleniği bulunurken ikinci terimin işaretinin değiştirilmesi yanlışlığı
- 2*) Karmaşık sayılarda rasyonel bir ifadenin paydasının reel sayı haline getirilebilmesi için sadece paydadaki ifadenin eşleniğinin kullanılması yanlışlığı
- 3) Karmaşık sayılarda ikinci dereceden bir denklemin köklerini hesaplama hatası
- 4*) Reel sayılar kümesinde geçerli olan $\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} = \sqrt{a \cdot b}$ kuralının, karmaşık sayılar kümesinde de geçerli olduğu yanlışlığı

- 5*) İki'den fazla terim içeren bir karmaşık sayının reel ve imajiner kısmının belirlenmesindeki hatalar ve gösterimindeki yanlışlar
- 6*) Bir karmaşık sayının argümentine ait 'bir karmaşık sayının modülünün x-ekseniyle pozitif yönde yaptığı açı' tanımının yerini 'bir karmaşık sayının modülünün x ya da y-eksenlerinin herhangi biriyle yaptığı açı' kavramının alması
- 7*) Kutupsal biçimde verilen karmaşık sayılar çarpılırken argümentlerin çarpılması, karmaşık sayılardan biri diğerine bölünürken argümentlerin bölünmesi ve bir karmaşık sayının kuvveti alırken argümentin de kuvvetinin alınması yanlışları
- 8) Sayı kümeleri arasındaki alt küme ve kapsama ilişkileri ile ilgili hatalar
- 9*) Ön öğrenmelerden kaynaklanan π radyan= 180° ifadesinin $\pi=180^\circ$ şeklinde algılanmasından dolayı, bir karmaşık sayının kareköklerini bulurken derece ve radyanın birlikte gösterilmesi hatası. Örneğin $(30^\circ + k\pi)$ ifadesinde olduğu gibi.
- 10) Bir karmaşık sayının küpkökleri bulunurken üç kök yerine tek kök ya da iki kök bulunması hatası
- 11*) "Reel katsayılı ikinci dereceden bir denklemin köklerinden biri $a+bi$ ise diğeri $-a-bi$ dir" şeklindeki kavram yanlışlığı ve "Reel katsayılı ikinci dereceden bir denklemin köklerinden biri $a+bi$ ise diğeri $a-bi$ dir" kuralının reel katsayılı olmayan bir ikinci dereceden denkleme de genellenmesi yanlışlığı
- 12) Bir karmaşık sayı ile eşleniğini içeren bir denklemde reel ve imajiner kısımları bulmada yapılan hatalar
- 13) i 'nin kuvvetlerini bulurken mod 4'e göre işlem yaptıklarında kalan yerine bölümü kullanarak sonuca ulaşmaya çalışma hatası
- 14) İki karmaşık sayının toplanması işleminde tüm terimlerin toplanması hatası
- 15) Çember ve analitik geometri bilgisi eksikliğinden kaynaklanan merkez ve yarıçapı, geometrik yer ve bölgeyi belirlemedeki hatalar

Not: * işaretli maddeler kavram yanlışlıklarını göstermektedir.

Tablo 2'de öğrencilerin yanlışlığa düşme, boş bırakma, doğru-yanlış cevap verme yüzdeleri ve frekansları verilmiştir.

Tablo 2. Karmaşık Sayılardaki Yanlışların Yüzde ve Frekansları

		<i>BOŞ</i>	<i>DOĞRU</i>	<i>YANLIŞ</i>	<i>YANILGI</i>	<i>TOPLAM</i>	
Soru1	Frekans	16	229	-	78	323	
	Yüzde	5,0	70,9	-	24,1	100	
Soru2	a	Frekans	49	42	-	232	323
		Yüzde	15,2	13,0	-	71,8	100
	b	Frekans	54	219	40	10	323
		Yüzde	16,7	67,8	12,4	3,1	100
Soru3	a	Frekans	88	212	11	12	323
		Yüzde	27,2	65,6	3,4	3,7	100
	b	Frekans	99	52	12	160	323
		Yüzde	30,7	16,1	3,7	49,5	100
Soru4	Frekans	31	151	23	118	323	
	Yüzde	9,6	46,7	7,1	36,5	100	
Soru5	Frekans	60	151	-	112	323	
	Yüzde	18,6	46,7	-	34,7	100	
Soru6	a	Frekans	191	94	5	33	323
		Yüzde	59,1	29,1	1,5	10,2	100
	b	Frekans	116	153	11	43	323
		Yüzde	35,9	47,4	3,4	13,3	100
Soru7	Frekans	118	182	3	20	323	
	Yüzde	36,5	56,3	,9	6,2	100	

	b	Frekans	123	182	1	17	323
		Yüzde	38,1	56,3	,3	5,3	100
	c	Frekans	129	162	3	29	323
		Yüzde	39,9	50,2	0,9	9,0	100
Soru8		Frekans	51	46	-	226	323
		Yüzde	15,8	14,2	-	70,0	100
	a	Frekans	170	71	5	77	323
		Yüzde	52,6	22,0	1,5	23,8	100
Soru9	b	Frekans	159	2	4	158	323
		Yüzde	49,2	,6	1,2	48,9	100
	Soru10	Frekans	222	54	4	43	323
		Yüzde	68,7	16,7	1,2	13,3	100
	a	Frekans	164	138	12	9	323
		Yüzde	50,8	42,7	3,7	2,8	100
Soru11	b	Frekans	180	14	14	115	323
		Yüzde	55,7	4,3	4,3	35,6	100
	a	Frekans	110	168	22	23	323
		Yüzde	34,1	52,0	6,8	7,1	100
Soru12	b	Frekans	124	165	23	11	323
		Yüzde	38,4	51,1	7,1	3,4	100
	a	Frekans	47	243	6	27	323
		Yüzde	14,6	75,2	1,9	8,4	100
Soru13	b	Frekans	56	239	6	22	323
		Yüzde	17,3	74,0	1,9	6,8	100
	Soru14	Frekans	51	249	17	6	323
		Yüzde	15,8	77,1	5,3	1,9	100
	a	Frekans	213	90	8	12	323
		Yüzde	65,9	27,9	2,5	3,7	100
Soru15	b	Frekans	226	62	22	13	323
		Yüzde	70,0	19,2	6,8	4,0	100
	c	Frekans	224	54	33	12	323
		Yüzde	69,3	16,7	10,2	3,7	100

Teşhis testinin ilk maddesi öğrencilerin bir karmaşık sayının eşleniğini bulurken kavram yanlışlarına sahip olup olmadıklarını belirlemeye yöneliktir. Sonuçlara göre öğrencilerin %5'inin bu soruyu boş bıraktığı, %70.9'unun doğru yanıt verdiği, %24.1'ininse **“Bir karmaşık sayının eşleniği bulunurken sadece ikinci terimin işareti değiştirilir.”** şeklinde kavramsal bir yanılgıya sahip olduğu görülmüştür.

İkinci madde öğrencilerin karmaşık sayılarda bölme işlemi yaparken paydayı reel sayı haline getirmek için izledikleri yolu ve işlem becerisini belirlemeye yöneliktir. Bu soru iki kısımdan oluşmuştur. İlk kısımda öğrencilere iki yol önerilmiştir. Bunlardan biri paydayı eşleniği ile çarpmak diğeri ise karmaşık sayının ikinci teriminin işaretini değiştirmektir. Öğrencilerden hangi yolu ya da yolları tercih ettikleri ve bunun nedenini açıklamaları istenmiştir. İkinci kısımda bölmeyle ilgili işlemsel bir soruya yer verilmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %15.2'si bu sorunun birinci bölümünü, %16.7'si ikinci bölümünü boş bırakmıştır; %13'ü birinci bölüme %67.8'i ikinci bölüme doğru yanıt vermiştir; %71.8'i birinci bölümde, %3.1'i ise ikinci bölümde **“Karmaşık sayılarda rasyonel bir ifadenin paydasını reel sayı haline getirmek için sadece paydadaki ifadenin eşleniğinin kullanılması”** şeklinde kavramsal bir yanılgıya sahip olduğu görülmüştür. %71.8 oldukça yüksek bir orandır. Ayrıca bu madde öğrencilerin bir kavramı tam anlamıyla anlamadan o kavramla ilgili işlemsel sorulara doğru yanıt verebilmelerini göstermesi açısından önemlidir.

Üçüncü madde öğrencilerin karmaşık sayılarda ikinci dereceden bir denklemin köklerini bulma bilgisini yoklamaya yöneliktir. Bu amaçla bir denklem ve bu denkleme ait hatalı

çözüm verilmiştir. Öğrencilerden de çözümde hata varsa doğru çözümü yapmaları istenmiştir. Bu hatalardan ilki pozitif bir terimin eşitliğin diğer tarafına yine pozitif geçmesi ikincisi ise denklemin çözüm kümesinde sadece bir köke yer verilmesidir. Sonuçlara göre öğrencilerin %27,2'si ilk bölümü, %30,7'si ikinci bölümü boş bırakmıştır; %65,6'sı ilk bölüme, %16,1'i ikinci bölüme doğru yanıt vermişlerdir; %3,4'ü ilk bölüme, %3,7'si ikinci bölüme tamamen yanlış yanıtlar vermiştir; %3,7'si ilk bölümde, %49,5'i ise ikinci bölümde '**Karmaşık sayılarda ikinci dereceden bir denklemin köklerini hesaplama**' konusunda hatalara sahiptirler. Bu sonuçlar ışığında öğrencilerin ikinci bölümde ilk bölüme oranla daha çok hataya düştükleri görülmüştür.

Dördüncü madde öğrencilerin reel sayılar kümesinde geçerli olan köklü sayılardaki çarpma kuralını karmaşık sayılara da genelleyip genellemediklerini yoklamaya yöneliktir. Bu amaçla kök içinde negatif değer bulunduran iki karmaşık sayının çarpımı ve bu işleme ait iki çözüm verilmiştir. Öğrencilerden de hangi yanıtı niye seçtiklerini açıklamaları istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %9,6'sı bu soruyu boş bırakmıştır; %46,7'si soruya doğru, %7,1'i tamamen yanlış yanıt vermiştir; %36,5'i ise bu soruda "**Reel sayılar kümesinde geçerli olan $\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} = \sqrt{a \cdot b}$ kuralının, karmaşık sayılar kümesinde de geçerli olması**" şeklinde kavramsal bir yanılığa sahiptir.

Beşinci madde öğrencilerin bir karmaşık sayının reel ve imajiner kısımlarını buldurmaya ve bu kısımları uygun bir biçimde gösterip gösteremediklerini belirlemeye yöneliktir. Bu amaçla öğrencilere ikiden fazla terim içeren, imajiner ve reel kısımların karma bir biçimde verildiği bir karmaşık sayı verilmiştir. Verilen bu karmaşık sayının reel ve imajiner kısımlarının gösterimine ait dört tane de seçenek sunulmuştur. Öğrencilerden ise doğru seçeneği bulmaları ve nedenini belirtmeleri istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %18,6'sının soruyu boş bıraktığı; %46,7'sinin soruya doğru yanıt verdiği; %34,7'sinin ise "**İkiden fazla terim içeren bir karmaşık sayının reel ve imajiner kısımlarının belirlenmesinde ve gösteriminde yanılığ**"ya düştükleri görülmüştür.

Altıncı madde öğrencilerin argüment kavramından ne anladıklarını ve bu kavramı nasıl kullandıklarını belirlemeye yöneliktir. Bu amaçla ilk bölümde öğrencilerden argümenti tanımlamaları ve argüment bulmaya yönelik verilerin şekil üzerinde sunulduğu bir soru yöneltilmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %59,1'i ilk kısmı, %35,9'u ikinci kısmı boş bırakmıştır; %29,1'i ilk kısmı, %47,4'ü ikinci kısmı doğru yanıtlamıştır; %1,5'i ilk kısma %3,4'ü ikinci kısma tamamen yanlış yanıt vermiştir; %10,2'si ilk kısımda, %13,3'ünün ikinci kısımda bir karmaşık sayının argümentine ait "**bir karmaşık sayının modülünün x-ekseniyle pozitif yönde yaptığı pozitif açı**" tanımının yerini "**bir karmaşık sayının modülünün x ya da y-eksenlerinin herhangi biriyle herhangi bir yönde yaptığı açı**" kavramının alması şeklinde kavramsal yanılığlara sahip oldukları görülmüştür. Yüzdelerle bakıldığında ikinci maddedeki sonuçla benzer bir sonuca ulaşıldığı göze çarpmaktadır. Öğrenciler bir kavramı tam olarak bilmeden de o kavramla ilgili işlemsel sorulara doğru yanıt verebilmektedir. Ayrıca bu maddede göze çarpan bir diğer noktaysa öğrencilerin sorunun ilk kısmını boş bırakma yüzdesinin oldukça yüksek olmasıdır. Bu da göstermektedir ki öğrenciler bir kavramın tanımını yapmaktan kaçınmaktadır. Burada dikkat çekici bir hususta öğrencilerin şekilsel sorularda verileri yorumlamayıp olduğu gibi kullanmalarıdır.

Yedinci madde öğrencilerin kutupsal biçimde verilen karmaşık sayıların argümentlerini hesaplama konusundaki bilgilerini yoklamaya yöneliktir. Bu amaçla kutupsal biçimde iki karmaşık sayı ve bu karmaşık sayıların çarpım, bölüm ve üs alma durumlarına ilişkin argümentleriyle ilgili eşitlikler verilmiştir. Öğrencilerden de eşitliklerin doğruluğu ya da yanlışlığını nedenleriyle birlikte belirtmeleri istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %36.5'i çarpma, %38.1'i bölme; %39.9'u üs alma ile ilgili kısmı boş bırakmıştır; %56.3'ü çarpma, %56.3'si bölme, %50.2'si üs alma ile ilgili kısma doğru, %0.9'u çarpma, %0.3'ü bölme, %0.9'u üs alma ile ilgili kısma tamamen yanlış yanıt vermiştir; %6.2'si çarpma ile ilgili kısımda **“argümentlerin toplanması yerine çarpılması”**, %5.3'ü bölme ile ilgili kısımda **“argümentlerin çıkarılması yerine bölünmesi”**, %9'u üs alma ile ilgili kısımda **“argümentin verilen kuvvetle çarpılması yerine argümentin de kuvvetinin alınması”** şeklinde kavramsal yanılgılara sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bu üç aşamalı maddeye doğru cevap verme oranları oldukça yüksek, tamamen yanlış cevap verme ve yanılgıya düşme oranları ise oldukça düşüktür.

Sekizinci madde öğrencilerin sayı kümeleri arasındaki ilişkiler hakkındaki bilgilerini yoklamaya yöneliktir. Bu amaçla öğrencilere $-2, 0, \sqrt{-4}, \sqrt{3}, 5+i$ sayıları verilmiş ve bu sayıları N, Z, Q, R, C 'den uygun olanlara yerleştirmeleri istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin % 15.8'i soruyu boş bırakmıştır; %14.2'si soruyu doğru yanıtlamıştır; %70'i ise soruda **“sayı kümeleri arasındaki alt küme ve kapsama ilişkileri”** ile ilgili hatalara sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bu soruda hataya düşme oranları çok yüksektir. Bu maddede ilginç birkaç nokta ise şöyledir: Öğrenciler önünde eksi işareti olduğu için -2 'yi tam sayı olarak almakta ama doğal sayıları ve tam sayıları kesirli olmadıkları için rasyonel sayılar kümesine yerleştirmektedir. Benzer durum reel sayılar ve karmaşık sayılar kümesinde de geçerlidir. $\sqrt{3}$ 'ü köklü olduğu için reel sayı kabul edip 0 ve -2 'yi bu kümeye dahil etmemektedirler. $\sqrt{-4}$ ve $5+i$ karmaşık sayılar kümesine alınmakta diğer sayılar bu kümeye dahil edilmemektedir. Kısacası öğrenciler sayı kümelerini tipik örnekleriyle tanımaktadır ama kümeler arasındaki geçişlerde hatalara sahiptirler.

Dokuzuncu madde karmaşık sayılar konusunda öğrencilerin karmaşık sayıların kareköklerini bulmadaki hata ve yanılgılarını ortaya koymaya yöneliktir. Bu amaçla karmaşık sayıların kareköklerinin modülü eksik olarak verilmekte ve $30^\circ + k\pi$ şeklinde hatalı bir gösterime yer verilmektedir. Öğrencilerden yapılan hataları ve nedenlerini belirtmeleri istenmektedir. Sonuçlara göre öğrencilerin %52,6'sı sorunun ilk kısmını, %49,2'si ikinci kısmı boş bırakmıştır; %22'si sorunun ilk kısmına, %0,6'sı ikinci kısmına doğru yanıt vermiştir; %1,5'i sorunun ilk kısmına, %1,2'si ikinci kısmına tamamen yanlış yanıt vermiştir; %23,8'i ilk kısımda **‘Bir karmaşık sayının modülünü bulma’**, %48,9'u ise ikinci kısımda **‘Ön öğrenmelerden kaynaklanan π radyan= 180° ifadesinin $\pi=180^\circ$ şeklinde algılanmasından dolayı karmaşık sayının kareköklerini bulurken derece ve radyanın birlikte kullanılması’** hatasını yaptıkları görülmüştür. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu maddenin ikinci kısmına verilen doğru yanıt oranının düşüklüğü bu noktaya öğrencilerin dikkatlerinin çekilmediğinin göstergesidir.

Onuncu madde öğrencilerin karmaşık sayıların küp kök bilgisini sınamaya yöneliktir. Bu amaçla kutupsal biçimde bir karmaşık sayı ve bu karmaşık sayının küp köklerini elde edebilecekleri kural verilmiştir. Öğrencilerden de kuralı kullanarak küpkökleri bulmaları istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %68,7'si bu soruyu boş bırakmıştır;

% 16,7'si soruya doğru yanıt vermiştir;% 1,2'si soruya yanlış yanıt vermiştir; % 13,3'ünün ise **'Bir karmaşık sayının üç tane küp kökü yerine bir ya da iki tane küp köke sahip olduğu'** şeklinde hata yaptıkları görülmüştür. Bu sorunun boş bırakılma yüzdesi oldukça yüksektir. Bunun nedeni öğrencilerin karmaşık görünümlü formüllerden uzak durma eğilimi ve öğretmenlerin genel kurallar yerine öğrencilere kısa yollardan çözüm yaptırılmaları olabilir.

On birinci madde öğrencilerin ikinci dereceden bir denklemin karmaşık sayılar kümesindeki çözümünü bulmaya yöneliktir. Bu amaçla öğrencilere reel katsayılı ikinci dereceden bir denklem ve bir kökü, ardından da reel kat sayılı olmayan bir denklem ve bu denkleme ait bir kök verilmiş ve her iki denkleme ait ikinci köklerin bulunması istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin % 50,8' ilk denklemi, %55,7'si ikinci denklemi çözmemiştir; %42,7'si ilk denklemin , %4,3'ü ikinci denklemin ikinci kökünü doğru olarak hesaplamıştır; % 3,7'si ilk denklemde , % 4,3'ü ikinci denklemde tamamen yanlış bir çözüm yapmıştır; %2,8'i ilk denklemde **"Reel katsayılı ikinci dereceden bir denklemin köklerinden biri $a+bi$ ise diğeri $-a-bi$ dir"** şeklinde yanlış kurallama yapmıştır; % 35,6'sı ikinci denklemin ikinci kökünü bulurken **"Reel katsayılı ikinci dereceden bir denklemin köklerinden biri $a+bi$ ise diğeri $a-bi$ dir."**, **kurallının reel katsayılı olmayan bir ikinci dereceden denkleme de genelleme"** yanılıgısına düşmüştür.

On ikinci madde öğrencilerin bir karmaşık sayı ve o karmaşık sayının eşleniğini içeren bir denkleme çözme becerilerini belirlemeye yöneliktir. Bu amaçla öğrencilere

$(3+i)z = 2 - \bar{z}$ şeklinde bir denklem verilip öğrencilerden z karmaşık sayısını bulmaları istenmiştir. Öğrencilerden beklenen ise karmaşık sayıyı ile eşleniğini doğru yerleştirmeleri bir diğeri ise reel ve imajiner kısımların doğru belirlenmesidir. Sonuçlara göre öğrencilerin %34,1'i ilk kısmı, %38,4'ü ikinci kısmı boş bırakmıştır; %52'si ilk kısmı, %51,1'i ikinci kısmı doğru yanıtlamıştır; %6,8'i ilk kısma, %7,1'i ise ikinci kısma tamamen yanlış yanıtlar vermiştir; %7,1'i ilk kısımda 'bir karmaşık sayı ve eşleniğinin genel gösterimi', %3,4'ünün ikinci kısımda 'denklemin her iki tarafında oluşan karmaşık sayıların belirlenmesinde' ortak hatalara sahip oldukları görülmüştür.

Öğrencilerin bir çoğunun karmaşık sayıyı $z = a + bi$, eşleniğini ise $\bar{z} = x - yi$ olarak aldıkları gözlenmiştir. Bu ise ezbere öğrenmenin bir delilidir. Ayrıca öğrencilerin ön öğrenmelerinden kaynaklanan eksiklikleri de göze çarpmaktadır. Polinom eşitliği bilgisini kullanamadıkları ortaya çıkmıştır.

On üçüncü madde öğrencilerin i 'nin kuvvetlerini bulma konusundaki yanılıgı ve hatalarını belirlemeye yöneliktir. Bu amaçla i 'nin 100. ve 257. kuvvetinin hesaplanması istenmiştir. Sonuçlara göre öğrencilerin %14,6'sı ilk işlemi ,%17,3'ü ikinci işlemi yapmamıştır; %75,2'si ilk işlemi , %74'ü ikinci işlemi doğru olarak yapmıştır; %1,9'u hem ilk hem de ikinci işlem için tamamen yanlış bir çözüm yapmıştır; % 8,4'ü ilk işlem de %6,8'i ikinci işlemde **' i 'nin kuvvetlerini bulurken mod 4 'e göre işlem yaparken kalan yerine bölümü kullanma'** yoluna giderek yanılıgıya düşmüşlerdir.

On dördüncü madde öğrencilerin karmaşık sayıların toplanmasıyla ilgili yanılıgıları olup olmadığını belirlemeye yöneliktir. Sonuçlara göre %15,8'i işlemi yapmamıştır; %77,1'i işlemi doğru yapmıştır; %5,3'ü tamamen yanlış bir işlem yapmıştır; %1,9'u **'iki karmaşık sayıyı toplarken tüm terimleri toplayarak tek bir ifade elde etme'** eğilimi göstermiştir.

On beşinci madde öğrencilerin karmaşık sayılarla ilgili eşitsizlik çözümü ile ilgilidir. Öğrencilerden eşitsizliğin çözümüne ait ilk aşamada merkez ve yarıçapı, ikinci aşamada geometrik yeri, üçüncü aşamada grafik üzerinde eşitsizliği ifade eden bölgeyi belirleyebilmeleri beklenmektedir. Sonuçlara göre %65,9’i ilk kısmı boş bırakmıştır; %27,9’u ilk kısma doğru yanıt vermiştir; %2,5’i ilk kısma tamamen yanlış bir yanıt vermiştir; %3,7’si ‘**eşitsizliğe ait çembersel bölgenin merkezini ve yarıçapını belirlemede**’ hata yapmıştır; %70’i ikinci kısmı boş bırakmıştır; %19,2’si ikinci kısma doğru yanıt vermiştir; %6,8’i ikinci kısma yanlış yanıt vermiştir; %4,0’ü ikinci kısımda ‘**geometrik yerin ne olduğu konusunda**’ hata yapmıştır; %69,3’ü üçüncü kısmı boş bırakmıştır; %16,7’si üçüncü kısma doğru yanıt vermiştir; %10,2’si üçüncü kısma tamamen yanlış yanıt vermiştir; %3,7’si üçüncü kısımda ‘**eşitsizliği ifade eden bölgeyi belirlerken**’ hatalar yapmışlardır.

3.2. “Ortaöğretim II. Sınıf Öğrencilerinin Karmaşık Sayılar Konusuna Karşı Tutumları Nasıldır?” Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Evrende tutum ortalaması için beklenen değer; tutum ölçeğinden alınabilecek en yüksek ve en düşük değerler göz önüne alındığında $\frac{100+20}{2} = 60$ ’tır. Örneklem ortalaması ise 64.80 dir. Bu sayının evrende beklenen değerden farklı olup olmadığını belirlemek için One-Sample t testi yapılmıştır. One-Sample t-testine ilişkin veriler Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3. Bir Örneklemli t Testi

Test Değeri = 60						
N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Serbestlik Derecesi	t	Sig. (2-tailed)
323	64.80	18.879	1.050	322	4.545	.000

p=0,000<0,01 çift yönlü

Tablo 3’ten görüldüğü üzere elde edilen tutum puanı ortalaması, beklenen değer olan 60’ın üstündedir ve .01 manidarlık düzeyinde bu sonuç anlamlıdır. Buna göre öğrencilerin tutumlarının olumluya yakın olduğu söylenebilir.

3.3. “Ortaöğretim II. Sınıf Öğrencilerinin Karmaşık Sayılar Konusundaki Kavram Yanlışları ile Karmaşık Sayılara Karşı Tutumları Arasında Bir İlişki Var mıdır? Varsa Bu İlişki Nasıldır?” Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Her öğrenci için hesaplanan kavram yanlışlığı ve aldıkları tutum puanları arasındaki ilişki SPSS 11.5’te Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu hesaplanarak bulunmuştur ve sonuçlar Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Tutum puanı ve kavram yanlışlığı sayısı arasındaki korelasyon

		TUTUM	YANILGI
TUTUM	Pearson	1	.314**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	323	323
YANILGI	Pearson	.314**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	323	323

** Korelasyonun .01 düzeyinde (çift yönlü) manidar olduğunu göstermektedir.

Tablo 4'e göre korelasyon katsayısı $r = .314$ 'tür. Bu değer .01 manidarlık düzeyinde anlamlıdır. Tutum puanı ile kavram yanlışlığı sayısı arasında pozitif yönlü, manidar bir ilişki vardır.

4. Sonuç ve öneriler

4.1. Sonuç

Araştırmanın amacı karmaşık sayılar konusundaki kavram yanlışlıkları ile hataları, karmaşık sayılara yönelik tutumlarını belirlemek ve öğrencilerin karmaşık sayılara yönelik tutumları ile kavram yanlışlıkları arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmaktır. Yapılan analizler ışığında öğrencilerin karmaşık sayılar konusunda kavram yanlışlıkları ve ortak hatalarının olduğu tespit edilmiştir.

Yanılığa düşülen noktalar, öğretmenlerin de dikkat etmediği; ders kitaplarında vurgulanmayan kavramlardır. Ayrıca soruların hazırlanma aşamasında öğretmenlerle yapılan görüşmelerde bu yanlışlıkların bir kısmına öğretmenlerin de sahip olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin bazı maddeleri boş bırakma yüzdeleri oldukça yüksektir. Bu maddelere bakıldığında bir kavramı tanımlamaya dönük soruları yanıtlamaktan kaçındıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca karmaşık görünümlü ya da onlara derste öğretilenin dışında farklı bir gösterim tarzıyla yazılmış soruları boş bırakmışlardır.

Öğrencilerin öğrendikleri bir kuralı genelleme eğiliminde olmaları görülen bir diğer sonuçtur.

Öğrencilerin karmaşık sayılara yönelik tutumlarının olumluya yakın olduğu görülmektedir. Okullarda uygulanan sınavlar işlem bilgisi gerektirdiğinden ve karmaşık sayılar konusu işlem bazında düşünüldüğünde kolay bir konu olduğundan öğrenciler karmaşık sayılara karşı olumlu bir tutum geliştirmişlerdir ve bu konuda başarıları da yüksektir.

Tutum puanı ile kavram yanlışlıkları sayısı arasındaki korelasyon Pearson Momentler Çarpımıyla $r = .313$ olarak hesaplanmıştır. .01 manidarlık düzeyinde bulunan bu değer anlamlıdır. Buna göre tutumla kavram yanlışlığı arasında pozitif yönde bir ilişki vardır.

Örneklem büyük alındığından böyle bir ilişkinin anlamlı çıkması beklenen bir durumdur. Sonuçta tutumu yüksek olanın yanılgısı fazla, düşük olanın yanılgısı az gibi gözükmemektedir. Oysaki bir kişinin herhangi bir nesneye karşı tutumu olumlu ise o nesneye karşı ilgisi daha fazladır. Bilmediklerini merak eder, öğrenmeye çalışır. Böyle bir durumu ders açısından düşündüğümüzde yüzeysel öğrenme yerine kavramsal öğrenme gerçekleşmesi gerekir. Ama tutum ve yanılgı arasında bulunan ilişki bu örneklem için karmaşık sayılar konusunun yanlışlarıyla beraber öğrenildiğini ve sevildiğini göstermektedir. Öğrenciler akıl yürütme ve kavram bilgisini gerektiren soruları ya boş bırakmakta ya da yanılgıya düşmekte fakat aynı konunun işlem gerektiren sorularını rahatlıkla çözmektedirler.

Ülkemizde başarının ölçüldüğü sınavlar, genellikle öğrencilerin kavramları öğrenip öğrenmediklerini tespit edici nitelikte hazırlanmamaktadır. Bu sınavlarda daha çok işlem bilgisine ve sonuca önem verilmektedir. Bu da öğrencileri ezbere dayalı bir eğitime itmektedir. Anlamlı öğrenme gerçekleşmemektedir. Eğitim sistemimizde özellikle matematik derslerinde kavram öğretimi üzerinde durulmamaktadır. Bu da ardışık ve yığılmalı bir bilim olan matematiğin öğretiminde büyük bir engel teşkil etmektedir.

4.2.Öneriler

Karmaşık sayılar konusu için 323 kişilik bu örneklemde yapılan korelasyon çalışması; rasgele seçilen daha geniş bir örneklemde ve farklı bir konu üzerinde tekrarlanabilir. Bulunan sonuçlar bu araştırmadaki sonuçlarla karşılaştırılabilir.

Karmaşık sayılar konusu; trigonometri, geometri, analitik geometri, cebir konularını içerir. Bu yüzden öğrencilerin ön öğrenmelerindeki eksiklikler karmaşık sayı öğretiminde ortaya çıkmaktadır. Veriler incelendiğinde öğrencilerin yanlışlarının; anlamlı öğrenmelerin değil de ezbere öğrenmelerin gerçekleştiği konularda olduğu görülmüştür.

“Peki, bu yanlışların nedeni nedir ve bu yanlışlar nasıl giderilir?” soruları, üzerinde çalışılabilecek diğer araştırma problemleri olabilir.

Kaynaklar

- [1] Akın, F. (2002). *İlköğretim 4,5,6,7 ve 8. sınıf öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- [2] Aşkar, P. (1986). Matematik Dersine Yönelik Tutumu Ölçen Likert Tipi Bir Ölçeğin Geliştirilmesi . *Eğitim ve Bilim*, 11(62), 31 -36.
- [3] Baki A., (1996). Matematik Eğitiminde Değişim. *Ç.Ü Eğitim Fakültesi Dergisi* 14 (2), 41-47.
- [4] Baki, A., & Bell, A. (1997). *Ortaöğretim Matematik Öğretimi*, Cilt I.Ankara:YÖK
- [5] Demetgül, Z. (2001) *Trigonometri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, KATÜ, Trabzon.
- [6] Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E., (2002). Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.

- [7] Ersoy, Y., & Erbaş, A. K. (2000). *Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Eşitliklerin Çözümündeki Başarıları ve Olası Kavram Yanılgıları*, from www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b_kitabi/PDF/Matematik/Bildiri/t225DA.pdf
- [8] Garaway, G. B. (1994). Language, Culture, And Attitude In Mathematics And Science Learning: A Review Of The Literature. *Journal of research and development in education*, 27(2), 102.
- [9] Karapür, İ. (2002). *Van'daki Liselerde Olasılık öğretiminde Görülen Kavram Yanılgıları*, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- [10] Kaytancı, N. (1998). *İlköğretim Dördüncü Sınıf Matematik Öğretiminde Öğrencilere Problem Çözme İle İlgili Kritik Davranışları Kazandırılmasında Öğrenme Düzeyinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- [11] Kim, S., & Hocevar, D. (1998). Racial Differences in Eighth-Grade Mathematics: Achievement and Opportunity to Learn. *Clearing House*, 71(3), 175-178.
- [12] Ma, X., & Kishor, N. (1997). Assessing the Relationship Between Attitude Toward Mathematics and Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. *Journal for research in mathematics education*, 28(1), 26-47.
- [13] Ma, X. (1999). Dropping Out of Advanced Mathematics: The Effects of Parental Involvement. *Teachers College Record*, 101(1), 60-81.
- [14] Ma, X. (2003). Effects of Early Acceleration of Students in Mathematics on Attitudes toward Mathematics and Mathematics Anxiety. *Teachers College Record*, 105(2), 438-64.
- [15] Ma, X., & Xu, J. (2004). Determining the Causal Ordering between Attitude toward Mathematics and Achievement in Mathematics, *American journal of education*, 110(3), 256-280.
- [16] Minato, S., & Kamada, T. (1996). Results of Research Studies on Causal Predominance Between Achievement and Attitude in Junior High School Mathematics of Japan, *Journal for research in mathematics education*, 27(1), 96-99.
- [17] Moralı, S., Köroğlu, H., & Çelik, H. (2004). Buca Eğitim Fakültesinde Matematik öğretmen Adaylarının Soyut Matematik Dersine Yönelik tutumları ve Rastlanan Kavram Yanılgıları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 161-175.
- [18] Odell, P. M., & Schumacher, P. (1998). Attitudes Toward Mathematics and Predictors of College Mathematics Grades: Gender Differences in a 4-Year Business College. *Journal of education for business*, 74(1), 34-40.
- [19] Orhun, N. (1998, Mayıs). Cebir Öğretiminde Aritmetik İşlemlerdeki Üslü Ve Köklü Çokluklardaki Yanılgıların Tespiti, *Atatürk Üniversitesi 40. Kuruluş Yılı Matematik Sempozyumu*, Erzurum.
- [20] Oruç, M. (1993). *İlköğretim Okulu II. Kademe Öğrencilerinin Fen Tutumları İle Fen Başarıları Arasındaki İlişki*, Bilim Uzmanlığı Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- [21] Özbellek, S. (2003). *İlköğretim 6. ve 7.Sınıf Düzeyindeki Açık konusundaki Karşılaşılan Kavram Yanılgıları, Eksik Algılamaların Tespiti ve Giderilme Yöntemleri*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [22] Özsoy, N., & Kemankaşlı, N. (2004), Ortaöğretim Öğrencilerinin Çember Konusundaki Temel Hataları ve Kavram Yanılgıları, *TOJET*.
- [23] Pearce, K. L., Lungren, M., & Wince, A. (1998). The effects of curriculum practices on first graders' attitudes, activity preference, and achievements in mathematics. *Education*, 119(1), 82-90.

- [24] Reynolds, A. J., & Walberg, H. J.A. (1992). Process Model of Mathematics Achievement and Attitude. *Journal for research in mathematics education*, 23(4), 306.
- [25] Schechter, E.(2006, February 17).*The Most Common Errors In Undergraduate Mathematics*, from <http://www.math.vanderbilt.edu/~schectex/commerrs/>
- [26] Şandır, H., Ubuz, B., & Argün, Z. (2002). Ortaöğretim 9. Sınıf Öğrencilerinin Mutlak Değer Kavramındaki Öğrenme Hataları ve Kavram Yanlışları. "V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (Özetler)", p.252.
- [27] Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS İle Veri Analizi*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [28] Türkmen, L. (2002). Sınıf Öğretmenliği Birinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri ve Fen Bilgisi Öğretimine Yönelik Tutumları, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 23, 218-228.
- [29] Ubuz, B. (1999).10. Ve 11. Sınıf Öğrencilerinin Temel Geometri Konularındaki Hataları ve Kavram Yanlışları, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16,17, 95-104.