

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÖĞRETİMİN İLKÖĞRETİM
MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ
TRİGONOMETRİK FONKSİYONLARIN PERİYOTLARIYLA
İLGİLİ KAVRAM İMAJLARINA ETKİSİ

Abdulkadir ÖNER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Doç. Dr. Erhan ERTEKİN

Konya–2013

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, yapıcı eleőtirileriyle bana hep destek olan ve cesaret veren sayın danıőmanım Doç.Dr. Erhan ERTEKİN'e, çalıőmamın őekillenmeye başladığı dőnemlerde e-postalarımaya sabırla cevap veren Doç.Dr. Ali DELİCE'ye, özellikle nitel analizlerde yardımlarına ihtiyaç hissettiğim anlarda bana vakit ayıran Doç.Dr. İsmail Özgür ZEMBAT'a ve destek ve önerileriyle her zaman yanımda olan hocalarıma, dostlarıma ve aileme en içten duygularımaya teşekkür ederim.

Abdulkadir ÖNER



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Abdulkadir Öner		
	Numarası	118302051003		
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim / Matematik Eğitimi		
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/>	Doktora <input type="checkbox"/>	
Tezin Adı	Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarıyla İlgili Kavram İmajlarına Etkisi			

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.

Abdulkadir ÖNER




T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Abdulkadir Öner
	Numarası	118302051003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim / Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Doç.Dr. Erhan ERTEKİN
Tezin Adı	Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarıyla İlgili Kavram İmajlarına Etkisi	

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarıyla İlgili Kavram İmajlarına Etkisi” başlıklı bu çalışma 26/07/2013 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Danışman ve Üyeler	İmza
Doç.Dr. Erhan ERTEKİN	Danışman	
Doç.Dr. Süleyman SOLAK	Üye	
Doç.Dr. İsmail Özgür ZEMBAT	Üye	



T. C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Abdulkadir ÖNER
	Numarası	118302051003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim / Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Erhan ERTEKİN
	Tezin Adı	Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarıyla İlgili Kavram İmajlarına Etkisi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarını belirlemek ve bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyot imajlarına ve trigonometrik fonksiyonların periyotlarına ilişkin erişim düzeylerine etkisini incelemektir. Çalışma, 2011-2012 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği programının 1.sınıfına kayıtlı 58 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Hem nitel hem de nicel yöntemler birbirini destekler nitelikte kullanıldığından çalışmanın modeli karma yöntemdir. Öğretmen adaylarının periyot kavramıyla ilgili imajlarını ortaya çıkarmak ve akademik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen PT1 ve PT2 testleri öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Öntestten ve öntestten sonra belirlenen katılımcılarla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuş ve öğretmen adaylarının periyot imajları Tall ve Vinner'in (1981) kavram imajı – kavram tanımı teorisi ışığında belirlenmiştir. GeoGebra destekli uygulamalar sonunda temalar arasında görülen imaj geçişlerinin anlamlılığına Ki-Kare Testi ve öğretmen adaylarının trigonometrik fonksiyonların periyotlarıyla ilgili erişim düzeyleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ANCOVA ile bakılmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının periyot imajları “belirli aralıklarla tekrarlanan olay”, “bir olayın tekrarlanması için geçen

süre” ve “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” olarak belirlenmiştir. Ayrıca günlük hayat imajları, lisans öncesi seviyelerde periyot kavramının ilişkili olduğu konular bağlamındaki imajları ve formal tanıma ilişkin imajları da belirlenmiştir. GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde imajların periyot tanımıyla daha uyumlu, teknik ve zengin bir hal aldığı tespit edilmiştir. Erişim düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı fark ($F_{(1,55)}=9.896$, $p<.05$, $\eta^2=.152$) bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavram İmajı, Kavram Tanımı, Periyot, Trigonometri



T. C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**

Öğrencinin	Adı Soyadı	Abdulkadir ÖNER
	Numarası	118302051003
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim / Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç.Dr. Erhan ERTEKİN
	Tezin İngilizce Adı	The Effects of Computer Assisted Instruction on Preservice Elementary Mathematics Teachers' Concept Images Related to the Trigonometric Functions' Periods

SUMMARY

This study was conducted to investigate elementary mathematics preservice teachers' concept images related to the period concept, effects of computer assisted instruction on these images and on trigonometric functions' periods. The sample consists of 58 freshman elementary mathematics preservice teachers who were registered to a state university in 2011-2012 academic year. The study's design is mixed method since it combines both quantitative and qualitative methods. Researcher-Made Questionnaires PT1 and PT2 were applied as pretest and posttest to investigate preservice teachers' period images and knowledge level. After collecting data by pretest and semi-structured interviews done with some selected participants, content analysis was examined to investigate period images in the spotlight of Tall and Vinner's (1981) concept image – concept definition theory. Chi-Square Tests were used to determine whether there were any significant differences in image transitions between themes and ANCOVA for determining significant differences between adjusted means of groups. “Regularly repeated events”, “the time between two repeats” and “the distance between two repeats” are common period images. Daily life images, images related to the topics before undergraduate levels and related to the formal definition were investigated, too. More technical, rich and consistent

concept images approaching the concept definition were developed by means of GeoGebra. Significant difference ($F_{(1,55)}=9.896$, $p<.05$, $\eta^2=.152$) were found between groups in favor of experimental group.

Keywords: Concept Definition, Concept Image, Period, Trigonometry

İçindekiler

TEŞEKKÜR	ii
BİLİMSEL ETİK SAYFASI	iii
YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vii
İçindekiler	ix
Tablolar Listesi	xi
Şekiller Listesi	xii
Ekler Listesi	xiv
KISALTMALAR.....	xv
SİMGELER	xv
BÖLÜM 1	1
Giriş	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi	3
1.3. Alt Problemler	4
1.4. Araştırmanın Amacı.....	4
1.5. Araştırmanın Önemi	4
1.6. Varsayımlar.....	5
1.7. Sınırlılıklar	5
1.8. Tanımlar.....	6
BÖLÜM 2.....	7
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI	7
2.1. Kavramsal Çerçeve	7
2.1.1. Bilgisayar Destekli Öğretim.....	7

2.1.2. Kavram Ve Kavram İmajı.....	11
2.2. İlgili Araştırmalar	17
2.2.1. GeoGebra Programının Kullanıldığı Araştırmalar.....	18
2.2.2 Kavram İmajıyla İlgili Yapılan Araştırmalar.....	22
BÖLÜM 3.....	29
Yöntem	29
3.1. Araştırmanın Modeli.....	29
3.2. Katılımcılar	30
3.3. Veri Toplama Aracı Ve Süreci	31
3.4. Veri Analizi	36
3.5. İşlem	38
BÖLÜM 4.....	41
Bulgular ve Yorumlar	41
4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular.....	41
4.1.1. Öğretmen Adaylarının Genel Anlamda Sahip Oldukları Periyot İmajları	41
4.1.2. Günlük Hayat İmajları, Lisans Öncesi Seviyelerde Periyot Kavramının İlişkili Olduğu Konular Bağlamında İmajlar Ve Formal Tanıma İlişkin İmajlar	45
4.1.3. Fonksiyonların Görsel Temsilleri Ve İmaj İlişkisi	54
4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular	61
4.2.1. Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Genel Anlamda Sahip Oldukları Periyot İmajlarına Etkisi.....	61
4.2.2. Bilgisayar Destekli Öğretimin Günlük Hayat İmajları, Lisans Öncesi Seviyelerde Yer Alan Konulardaki Periyot İmajları Ve Formal Tanıma İlişkin İmajlar Üzerindeki Etkisi	65

4.2.3. Bilgisayar Destekli Öğretimin Fonksiyonların Görsel Temsilleri Ve İmaj İlişkisine Etkisi.....	71
4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular	75
BÖLÜM 5.....	82
Sonuç ve Tartışma	82
Öğretmen Adaylarının Periyot İmajları Ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Periyot İmajlarına Etkisi	82
Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarına İlişkin Erişi Düzeylerine Etkisi	87
Öneriler	88
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	99

Tablolar Listesi

Tablo 3.1. Öntest-Sontest Eşleştirilmiş Kontrol Gruplu Desen.....	29
Tablo 3.2. PT2’de Grafik Temsili Verilen Fonksiyonlar ve İlgili Madde Sayısı .	32
Tablo 3.3. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ve Diğer Trigonometrik Fonksiyonlardaki Bilinmeyenler ve PT2’deki İlgili Maddeler	33
Tablo 3.4. PT2 Öntestine Ait Ayırt Edicilik Gücü İndeksleri	34
Tablo 3.5. Dereceli Puanlama Anahtarı.....	36
Tablo 4.1. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 1.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları	42
Tablo 4.2. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 2.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları	45
Tablo 4.3. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 3.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları	49
Tablo 4.4. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 4.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları	52

Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar ve Frekansları	55
Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar ve Frekansları	58
Tablo 4.7. Kontrol ve Deney Grubu PT1 1.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu.....	62
Tablo 4.8. PT1 Sorularına Ait Ki-Kare Değerleri Tablosu	62
Tablo 4.9. Kontrol ve Deney Grubu PT1 2.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu.....	65
Tablo 4.10. Kontrol ve Deney Grubu PT1 3.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu	67
Tablo 4.11. Kontrol ve Deney Grubu PT1 4.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu	68
Tablo 4.12. Öğretmen Adaylarının Öntest-Sontestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar ve Yüzde Frekansları.....	71
Tablo 4.13. Öğretmen Adaylarının Öntest-Sontestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar ve Yüzde Frekansları.....	73
Tablo 4.14. PT2 Sontest Puanlarının Gruba Göre Betimsel İstatistikleri.....	75
Tablo 4.15. Önteste Göre Düzeltilmiş PT2 Sontest Puanlarının Gruba Göre ANCOVA Sonuçları	76

Şekiller Listesi

Şekil 2.1. Kavram Tanımı ve Kavram İmajı Arasındaki İlişki	13
Şekil 2.2. Formal Bir Kavramın Gelişimi	13
Şekil 2.3. Tanım ve İmaj Arasında Olması Beklenen İlişki.....	14
Şekil 2.4. Tamamen Formal Öğretim.....	14
Şekil 2.5. Sezgisel Düşünce ile Öğretim.....	15
Şekil 2.6. Sezgisel Yaklaşım.....	16
Şekil 3.1. PT1 Testine Ait Sorular	31
Şekil 3.2. PT2 Testine Ait Bazı Maddeler	33
Şekil 3.3. Bir Etkinlik Örneği	39

Şekil 3.4. Bir Etkinlik Örneği	39
Şekil 3.5. Sürge ile Yapılan Bir Etkinlik	40
Şekil 3.6. Periyodik Bir Fonksiyonun Sağlaması Gereken Şartlar	40
Şekil 4.1. K1-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 1.Soruya Verdiği Cevap ...	43
Şekil 4.2. D25 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 1.Soruya Verdiği Cevap.....	44
Şekil 4.2. D25 kodlu öğretmen adayının öntestte 2.soruya verdiği cevap	47
Şekil 4.3. D19 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 2.Soruya Verdiği Cevap.....	48
Şekil 4.4. K10-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 3.Soruya Verdiği Cevap .	50
Şekil 4.5. K3-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 3.Soruya Verdiği Cevap ...	50
Şekil 4.6. K3-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 4.Soruya Verdiği Cevap ...	53
Şekil 4.7. Beşinci Soruya Ait Şekil.....	54
Şekil 4.8. D26-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 5.Soruya Verdiği Cevap .	56
Şekil 4.9. D12 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 5.Soruya Verdiği Cevap.....	57
Şekil 4.10. Altıncı Soruya Ait Şekil.....	58
Şekil 4.11. K15-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 6.Soruya Verdiği Cevap	60
Şekil 4.12. D12 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 6.Soruya Verdiği Cevap...	61
Şekil 4.13. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı	70
Şekil 4.14. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı	70
Şekil 4.15. Beşinci Soruya Ait Şekil.....	71
Şekil 4.16. Altıncı Soruya Ait Şekil.....	73
Şekil 4.17. D10-G Kodlu Öğretmen Adayının Sontestte 6.Soruya Verdiği Cevap	75
Şekil 4.18. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda a Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi ile İlgili Bir Madde	77
Şekil 4.19. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı	77
Şekil 4.20. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda b Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi İle İlgili Bir Madde	78
Şekil 4.21. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı	78
Şekil 4.22. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda c Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi İle İlgili Bir Madde	79
Şekil 4.23. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı	79

Şekil 4.24. $y = d \cdot \cos^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda d Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi ile İlgili Bir Madde	79
Şekil 4.25. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı	80

Ekler Listesi

Ek-1. PERİYOT TESTİ 1 (PT1).....	99
Ek-2. PERİYOT TESTİ 2 (PT2).....	100
Ek-3. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 1.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	104
Ek-4. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 2.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	105
Ek-5. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 3.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	107
Ek-6. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 4.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	109
Ek-7. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	110
Ek-8. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	111
Ek-9. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 1.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	112
Ek-10. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 2.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	114
Ek-11. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 3.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	115
Ek-12. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 4.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	117
Ek-13. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	118
Ek-14. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar	120

KISALTMALAR

PT1: Periyot Testi 1

PT2: Periyot Testi 2

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

SİMGELER

n: Katılımcı sayısı

%: Yüzde Oranı

\bar{X} : Aritmetik Ortalama

sd: Serbestlik derecesi

p: Anlamlılık Düzeyi

χ^2 : Ki-kare (Chi-Square)

ANCOVA: Kovaryans Analizi

η^2 : Eta-kare

BÖLÜM 1

Giriş

Bu bölümde; problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın önemi, araştırmanın amacı, varsayımlar, sınırlılıklar ve tanımlar üzerinde durulmuştur.

1.1. Problem Durumu

Teknolojik gelişmelerin hayatımızın her alanındaki etkisinin gün geçtikçe arttığı günümüzde, eğitimin bu etkiden uzak kalması mümkün değildir. Üretilen bilginin günden güne hızlı bir şekilde artması eğitim sürecinde birçok sorunun ortaya çıkmasına ve yeni çözüm yollarının entegrasyonuna sebep olmuştur. Bu bağlamda eğitimde niteliğin gelişmesinde önemli rol oynayan yeni teknolojilerin eğitim kurumlarına girmesi zorunlu hale gelmiştir (Aktümen ve Kaçar, 2003).

Bugünün ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri bilgisayar teknolojilerinin yaygın kullanılmaya başladığı dönemde dünyaya gelmişlerdir, dolayısıyla öğrenme ortamlarında teknolojinin kullanılması onlar için doğal olup kullanılmaması onların gerçek yaşamları ve öğrenme ortamları arasında bir tutarsızlık oluşturacaktır (Powers ve Blubaugh, 2005). Bu nedenle geleceğin matematik öğretmenleri teknolojiyi derslerine nasıl entegre edecekleri konusunda bilgi sahibi olmalıdır. Öğretmenlerin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmaları, bu konuda deneyim sahibi olmalarına bağlıdır (Perkmen ve Tezci, 2011: 149). Öğretmen yetiştirme programlarında geleceğin öğretmenlerine teknolojik araçlar ve kullanımı öğretilmeli ve eğitimde bu araçların kritik rolü ile ilgili bir farkındalık kazandırılmalıdır (Baldin, 2002).

Teknoloji, öğrencileri öğrenmeye istekli kılar. Onların geleceğin problem çözücüleri ve teknoloji kullanıcıları olarak hazırlanmalarına yardım eder. Baldin'e (2002) göre teknoloji temelli etkinlikler, özellikle öğrencilere kendi yaşantıları yoluyla matematik öğrenmelerine olanak sağlar. Matematik yazılımları kullanımı ile desteklenen eğitim durumları, öğrenmeye yardımcı özelliklerinin yanı sıra öğrencinin matematik bilgilerini birbirleriyle ilişkilendirerek içselleştirmesini sağlar (Aktaran: Tutkun vd., 2011). Bu nedenle bilgisayar destekli öğretim yapılan derslerde öğrenci

aktif bir şekilde dinamik yazılımı kullanır hale getirilmelidir. Çünkü dinamik yazılımlar özellikle yaparak öğrenmeyi ve öğrencilerde bilgiyi keşfetme sürecini destekler.

Matematikte bu sürecin desteklendiği konulardan biri de trigonometridir. Teknoloji kullanımının öğrencilerin trigonometrik kavramları öğrenmesinde olumlu etkiye sahip olduğunu gösteren birçok çalışma vardır (Blackett ve Tall, 1991; Güven, 2002; Emlek, 2007; Zengin, 2011).

Ülkemizde 2005-2006 eğitim-öğretim yılında yenilenen matematik programına göre trigonometri, ilk kez ilköğretim 8. sınıfta yer almaktadır. Trigonometri, geometri öğrenme alanının Üçgenler alt öğrenme alanında “Dik üçgende dar açılarının trigonometrik oranlarını belirler” ve Ölçme öğrenme alanının Üçgenlerde Ölçme alt öğrenme alanında “Dik üçgende dar açılarının trigonometrik oranlarını problemlerde uygular” olmak üzere iki kazanım halinde işlenir. Ortaöğretim programında ise 10. sınıfta toplam 44 ders saatinde 20 kazanım şeklinde işlenir (MEB, 2011). Eğitim fakültelerinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinde ise ilk kez 1. sınıfta Genel Matematik dersi kapsamında programda yer alır.

Trigonometrik fonksiyonları anlamak Newton fiziğinde, mimarlıkta ve mühendisliğin birçok dalında önkoşuldur. Dahası cebirsel, geometrik ve grafiksel anlamlandırmayı birbirine bağlayan trigonometri, öğrencilerin analiz öncesi (pre-calculus) ve analiz (calculus) derslerini anlamaları için önemli bir haberci sayılır. Ne yazık ki trigonometrik fonksiyonların başlangıç kısımlarını öğrenmek zorluklarla doludur (Blackett ve Tall, 1991). Jonassen (2000) sayısal ve sembolik gösterimlerin grafik temsilleriyle ilişkilendirilmesinin öğrenenlerin trigonometrik değişimleri daha kavramsal öğrenmelerine yardım edeceğini ifade eder ki bu çalışmada bu durum ele alınmaktadır. Trigonometri çalışılırken elde edilen sayısal sonuçların sembolik gösterimlerle nasıl bağlantılı olduğu simülasyon yardımıyla gösterilebilir (Park, 1998).

Trigonometrinin önemli kavramlarından birisi de periyottur. Periyot kavramı doğada birçok yerde ve birçok bilim dalında karşımıza çıkar. Mevsimler, ayın evreleri, günün saatleri sadece birkaç örnektir. Matematiksel periyodik fonksiyonlar biyoloji, fizik ve teknolojide modellemeler yapmak için kullanılır (örnekler için: Berry vd., 1989). Periyodik yapılar matematikte büyük rol oynar. Steen'in (1988)

dediği gibi “*Matematik bir örüntüler bilimidir. Matematikçiler sayılarda, uzayda, fen bilimlerinde, bilgisayarda ve hayallerde örüntüler arar*” (Shama, 1998). Periyot kavramına tüm matematik programlarında rastlanır (NCTM, 1989). Periyodik kavramlar okul öncesinde oyunlarda, ilköğretimde geometrik dönüşümlerde, sayı kavramında ve devirli ondalık sayılarda ve ortaöğretimde trigonometri ve karmaşık sayılarda öğretilir (Shama, 1998). Bu konular periyotla ilgili kavram imajlarının oluşumunda rol oynar.

Kavramlar, düşünmemizi sağlayan zihinsel araçlar olup fiziksel ve sosyal dünyayı anlamamıza ve anlamlı iletişim kurmamıza yardımcı olur (Senemoğlu, 1998). Kavram, insan zihninde anlamlı hale gelen farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısı olarak tanımlanmaktadır (Ülgen, 2004). Kavramların insan zihninde oluşumunda etkili iki bileşen kavram imajı ve kavram tanımıdır. Kavram imajı ve tanımı 1981 yılında Tall ve Vinner tarafından tanımlanmış olup öğrencilerin matematiksel düşüncelerini analiz etmek için etkili bir yapı olarak görünmektedir (Gülkılık, 2008). Kavram imajı, tüm zihinsel resimleri ve birbiriyle ilişkili özellik ve süreçleri içeren “kavram” ile bağlantılı tüm bilişsel yapıdır. Diğer taraftan kavram tanımı bu kavramı özelleştirmek için kullanılan kelimeler bütünüdür (Tall ve Vinner, 1981).

Euclid’in Ptolemy’ye “Geometriye giden Kral Yolu yoktur.” dediği nakledilir, aynı şekilde matematiğin diğer alanlarına da kolaylıkla ulaşmamızı sağlayan yollar yoktur. Fakat son zamanlardaki gelişmeler, bilgisayarlar sayesinde daha üst düzey bilişsel imajlar geliştirip bunları tartışmamızı sağlayacak zengin içerikler hazırlayabileceğimizi göstermektedir (Tall, 1988). Bu çalışmada, teknoloji kullanımının periyot imajını zenginleştirip zenginleştirmediği ve özel olarak öğrencilerin trigonometrik fonksiyonların periyotlarına ilişkin erişim düzeyleri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki problem ve alt problemlere cevap aranmıştır.

1.2. Problem Cümlesi

Bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarına ve trigonometrik fonksiyonların periyotlarına ilişkin erişim düzeylerine etkisi nasıldır?

1.3. Alt Problemler

1. Periyot kavramı ile ilgili ilköğretim matematik öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram imajları nelerdir?
2. Bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarına etkisi nasıldır?
3. Deney ve kontrol grubunun öntest puanları kontrol edildiğinde sontest puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarını belirlemek ve bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyot imajlarına ve trigonometrik fonksiyonların periyotlarına ilişkin erişimi düzeylerine etkisini incelemektir.

1.5. Araştırmanın Önemi

Teknolojinin gelişmesi, eğitim sisteminin yapısını ve eğitim ortamlarında uygulanan öğrenme-öğretme faaliyetlerini etkilemektedir. Teknoloji, matematik sınıflarında uygun biçimlerde kullanıldığında matematiksel anlamayı derinleştirmektedir (Baki, 1996). Eğitim-öğretimde bir reform yapılmak isteniyorsa, bir yenilik getirilmek isteniyorsa önce buna öğretmenlerin inanmaları ve bu yenilikleri sınıflarına taşıyabilecek şekilde yetiştirilmeleri gerekir (Baki vd., 2002).

Eğer öğretmen kullanacağı donanım ve yazılım hakkında yeterli bilgiye sahip değilse bilgisayar destekli matematik dersleri yürütmesi veya bilgisayar destekli matematik öğretimi materyalleri geliştirmesi o öğretmen için sonu belli olmayan bir maceraya dönüşür ki bu macerayı çok az öğretmen göze alır (Baki, 2001). Tüm bu koşullar göz önüne alındığında öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu konudaki eğitimlerinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Öğretmen adaylarının öğrenim hayatları boyunca oluşturup lisans öğretimine taşıdıkları kavram imajlarının belirlenmesi, önceki öğrenim süreçlerinin incelenmesine de ışık tutacaktır. Ayrıca öğretmen adaylarının farklı kavramlara ait kavram imajlarının belirlenmesi, kavramlara ait yanlışlarının ve eksikliklerinin lisans öğreniminde giderilmesine yardımcı olacaktır (Gülkılık, 2008).

Literatür incelendiğinde teknoloji kullanımının öğrencilerin trigonometri öğrenmeleri üzerinde olumlu etkilere (Park, 1998; Jonassen, 2000; Zengin, 2011) sahip olduğunu gösteren çalışmaların yanında teknoloji kullanımının matematik öğretiminde olumsuz etkileri olduğunu (Wenglinsky, 1998; Bialo ve Sivin-Kachala, 1996) gösteren çalışmalar vardır. Bu çalışmanın bu belirsizliği ortadan kaldırmaya yönelik katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Matematiğin muhtelif konularında kavram imajı ve tanımıyla ilgili (Tall ve Vinner, 1981; Vinner, 1983; Soğancı, 2006; Delice ve Sevimli, 2011; Gülkılık, 2008) birçok çalışma bulunmasına rağmen periyot kavramıyla ilgili çok az çalışmaya (Shama, 1998; Dormolen ve Zaslavsky, 2003) rastlanmıştır, hatta teknoloji kullanımının öğrencilerin trigonometrik fonksiyonların periyotlarıyla ilgili kavram imajlarına etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak bu araştırmanın sonuçları bilgisayar destekli öğretimin kavram imajları üzerinde olumlu etkilere sahip olabileceğini göstermektedir ki bu yönüyle özgün olan bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Varsayımlar

- 1) Öğrencilerin öntest, sontest ve görüşme sorularını samimiyetle cevapladıkları varsayılmıştır.
- 2) Araştırmada yer alan öğretmen adaylarının araştırma sürecindeki olası beklenmeyen değişkenlerden eşit ölçüde etkilenecekleri kabul edilmiştir.
- 3) Araştırmada katılan öğretmen adaylarının bilgisayara olan tutum ve ilgilerinin aynı seviyede olduğu varsayılmıştır.
- 4) Bilgisayarlı ortamlarda kız-erkek arasındaki algı farkı göz ardı edilmiştir.

1.7. Sınırlılıklar

- 1) Araştırma, yapıldığı 2011-2012 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.
- 2) Araştırma, bir üniversitedeki İlköğretim Matematik Öğretmenliği programındaki öğrencilerle sınırlıdır.
- 3) Yapılan uygulamalar Trigonometri konusu ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Bilgisayar Destekli Öğretim: Bilgisayarın ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştırmalar yapma ve benzeri etkinliklerde araç olarak kullanılmasını esas alan eğitim teknolojisi öğrenme-öğretme sistemidir (Hızal, 1992).

GeoGebra: Açık kaynak kodlu bir dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra, sembolik hesaplama kabiliyeti olan Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin (BCS) görselleştirme ve sembolik hesaplama yetenekleri ile Dinamik Geometri Sistemlerinin (DGS) değişebilirlik ve kullanım kolaylığı yeteneklerini birleştirmektedir. Böylece geometri, cebir hatta analiz matematiksel disiplinleri arasında bir köprü görevi görmektedir (Hohenwarter ve Jones, 2007; Preiner, 2008). Açık kaynak kodlu olması, bilişim uzmanları tarafından kolaylıkla geliştirilebilir olmasını sağlamaktadır.

Kavram: Düşünmemizi sağlayan zihinsel araçlardır. Fiziksel ve sosyal dünyayı anlamamıza ve anlamlı iletişim kurmamıza yardımcı olurlar (Senemoğlu, 1998).

Kavram imajı: Verilen bir kavramla ilgili bireyin zihninde bulunan tüm bilişsel yapıdır (Tall ve Vinner, 1981).

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde çalışma ile ilgili kavramsal çerçeveye ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Kavramsal Çerçeve

2.1.1. Bilgisayar Destekli Öğretim

Bilgisayar destekli öğretim, bilgisayarın ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştırmalar yapma ve benzeri etkinliklerde araç olarak kullanılmasını esas alan eğitim teknolojisi öğrenme-öğretme sistemidir (Hızal, 1992). Öğrencinin karşılıklı etkileşim yoluyla eksiklerini ve performansını tanımasını, dönütler alarak kendi öğrenmesini kontrol altına almasını; grafik, ses, animasyon ve şekiller yardımıyla derse karşı daha ilgili olmasını sağlamak amacıyla eğitim-öğretim sürecinde, bilgisayardan yararlanma yöntemine kısaca bilgisayar destekli öğretim diyebiliriz. Bilgisayara dayalı bilişsel araçlar kullanılarak yapılan matematik öğretimine ise bilgisayar destekli matematik öğretimi denilmektedir (Baki, 2002). Teknoloji matematik öğretme ve öğrenmede gereklidir. NCTM (2000), teknolojinin öğretim sınıflarındaki temel bileşenlerden birisi olması gerektiğini belirtmiş, bu entegrasyon sürecinin, öğretilen konu içerikleri ve öğretici yaklaşımlarına etkisi yönüyle, öğrenme sürecine katkıda bulunacağını belirtmiştir. Bilgisayar destekli öğretim ortamında öğretmenler öğrencilerinden hemen geri bildirim alabilir, öğrencilerinin kavram yanlışlarını ve problem çözme stratejilerini kolaylıkla anlayabilir (Risku, 1996). Teknoloji matematik öğretimini etkiler ve öğrencinin öğrenmesini artırır (NCTM, 2000). Yanpar ve Yıldırım (1999: 62–64) bilgisayar destekli eğitimin öğretim ortamına sağladığı yararları şu şekilde sıralamışlardır:

- Öğrencilerin konuyu kendi hızlarına göre öğrenmelerini sağlar.
- Öğrencilerin derse etkin katılımlarını sağlar.
- Öğretimsel etkinliklerin niteliğini ve niceliğini artırır.
- Öğrenciler performanslarını izleme olanağı bulurlar.

- Öğrencilere ders saatlerinin dışında uygulama ve tekrar imkânı sağlar.

Sürekli artan bir hızla gelişmekte olan teknoloji, anlamlı matematik öğretiminin gerçekleştirilebilmesine yeni olanaklar sağlaması açısından çok önemli bir yere sahiptir. Yine teknolojinin hızla ilerlemesine bağlı olarak öğretim amaçlı yazılımlar da nitelik ve nicelik açısından sürekli yenilenmekte, bu alanda kullanılabilecek uygulamalar olarak eğitim ortamlarında yer almaktadırlar. Ayrıca internet ortamında da her geçen gün artan kaynaklar, öğretmenlere sınıfta kullanabilecekleri uygulamalar olarak alternatifler oluşturmaktadır (MEB, 2009).

Bilgisayar destekli matematik öğretimi şu araçlarla yapılabilir: Yazılımlar (Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS), Dinamik Geometri Yazılımları (DGY), Hesaplama Tabloları, Grafik Çiziciler), Hesap Makineleri ve İnternet (Perkmen ve Tezci, 2011).

Burada Bilgisayar Cebiri Sistemleri ve Dinamik Geometri Yazılımları ele alınacaktır.

2.1.1.1 Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS)

Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS), sembolik matematiksel özellikleri ve ilişkileri gösterimde hem sayı hem de grafik kullanıp bu ilişkileri tam olarak ele alır. Yani sayısal, cebirsel, grafiksel ve istatistiksel gösterim kabiliyetiyle matematik tartışmak ve çalışmak için güçlü bir platform teşkil etmektedir (Pierce ve Stacey, 2002; akt: Zengin, 2011). BCS kısaca matematiksel nesnelerin gösteriminde kullanılan semboller üzerinde işlem yapma şeklinde tanımlanan yöntemleri içerir. Bu semboller tamsayılar, rasyonel sayılar, reel sayılar ya da karmaşık sayılar gibi sayıları gösteren semboller olabilecekleri gibi, polinomlar, rasyonel fonksiyonlar, denklem sistemleri gibi matematiksel nesneleri ya da gruplar, halkalar, cisimler gibi çok daha soyut cebirsel nesneleri gösteren semboller olabilirler (Davenport vd., 1993). Axiom, Derive, Magma, Maple, Mathematica, Reduce ve benzeri programlar birer BCS yazılımıdır.

2.1.1.2 Dinamik Geometri Yazılımları (DGY)

DGY ise noktalar, doğrular, daireler ve bunun gibi geometrik şekiller arasındaki ilişkiler üzerine odaklanır (Hohenwarter ve Jones, 2007). En sık kullanılan DGY'ler şunlardır: Geometer's Sketchpad, GeoGebra, Cabri, Cinderella, Geometric Supposer ve Logo.

DGY sayesinde öğrenciler geometrik çizimler oluşturabilmekte ya da öğretmenin hazırladığı dinamik geometrik şekiller üzerinde etkileşimli incelemeler yapabilmektedir. Öte yandan internet üzerinde öğretmenlerin yararlanabileceği kaynaklar da her geçen gün artmakta, Türkçe ve diğer dillerdeki çeşitli ders planlarına ve sınıfta kullanılacak etkileşimli uygulamalara erişilebilmektedir (MEB, 2009).

DGY'de oluşturulmuş bir nesne üzerinde değişiklikler yapılabilmektedir. Öğrenci; öteleme, yer değiştirme, genişletme, daraltma gibi işlemleri dinamik bir süreçte gerçekleştirme fırsatı bulabilmektedir. Böylece DGY öğrencilerin yaratıcı düşünme, bilgi teknolojilerini kullanma, karar verme, plan yapma, bilgiye ulaşma, bilgilerin işe yararlılığını sezme ve ayırma, ayrılan bilgileri analiz etme, sonuca varma, sonucu uygun formda sunma ve yeni alanlarda kullanma gibi becerilerinin gelişmesini sağlar.

Öğrenciler geleneksel ortamda matematik ve geometriyi ezberlenmesi gereken formüller yığını ve yeri geldiğinde kullanabilme becerisi olarak görürlerken, DGY ile tanışmalarından sonra fikirlerinin değiştiğini ve geometriyi araştırılması gereken ilişkiler bütünü olarak görmeye başladıklarını söylemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin derse olan tutumlarının arttığı gözlenmiştir (Güven, 2002).

2.1.1.3 GeoGebra Yazılımı

Matematik eğitimcileri Dr. Markus Hohenwarter ve Dr. Zsolt Lavicza'nın önderliğini yaptığı bir ekip tarafından 2001-2002 yılları arasında geliştirilen GeoGebra, dinamik yapısı sayesinde ilköğretimden yükseköğretime kadar her düzeyde matematiksel deneyler ve etkinlikler tasarlayabilmek için mükemmel bir platform sunmaktadır (Kabaca vd., 2010). GeoGebra; BCS'nin sembolik işlem ve görselleştirme becerileri ile DGY'nin dinamik değişkenlik özelliklerini sağlayarak

cebir ve geometriyi bir araya getiren ücretsiz kullanımlı ve açık kaynak kodlu bir dinamik matematik yazılımıdır (Hohenwarter ve Preiner, 2007; akt: Ceylan, 2012). Ayrıca Türkçe dil desteği de bulunmaktadır.

GeoGebra'nın okullarda kullanım amacını şu şekilde ifade edebiliriz:

1. Gösteri ve görsellik için;

Bilgisayar yazılımları geleneksel eğitimde bile yerini almıştır. Becker (2000) özel yazılımların rolü hakkındaki araştırmasında özel yazılımların özelliğini gösteri ve görsellik için bir araç olarak belirtir. Bu anlamda, GeoGebra geniş kapsama alanı ve farklı sunum biçimleriyle özel bir yazılımdır.

2. Yapılandırma (inşa) aracı olarak;

1990'da Karl Fuchs sanat alanında yapılandırmacı geometri öğretimi için bilgisayar destekli çizim ve tasarım sistemlerinin önemini belirtmiş ve geleneksel metotların saf dışı edilmesi değil yeni metotların entegre edilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bununla birlikte geometri öğretiminde bilgisayar kullanımı fikri esas hale gelmiştir. GeoGebra uygun bir çizim, tasarım yazılımından istenen becerilerin tamamına sahiptir.

3. Matematiği keşfetmek için;

Bilgisayarlar ve matematiksel yazılımlar matematik öğretiminde yeni temel sorulara yol açmıştır. Öğrenciler bilgiyi kendi kendilerine organize edebilirler. Artigue ve Lagrange'a (1997) göre bilgisayar cebir sistemlerinin matematik öğretimine olumlu etkisi olduğu ifade edilmiştir. Yukarıda 1. maddede tanımlandığı gibi dinamik geometri yazılımları öğretmen merkezli eğitimin geleneksel formuna eklenmektedir. GeoGebra, bu iddia için önemli bir araç olarak kullanılabilir. Böylelikle öğrenme için uygun bir atmosfer yaratmaya yardımcı olabilir.

4. Öğretim materyallerinin hazırlanması için GeoGebra;

GeoGebra, öğretmenleri programı işbirliği, iletişim ve temsil aracı şeklinde kullanarak öğretim süreci için materyal hazırlamaya teşvik etmektedir (Hohenwarter ve Fuchs, 2004).

GeoGebra yazılımının kısa süreli bir eğitim ile hem öğretmenlere hem de öğrencilere rahatlıkla üst düzey etkinlikler hazırlamaya imkân veriyor olması, bu yazılımı diğer yazılımlar arasında öne çıkarmaktadır. GeoGebra'yı başlangıç

düzeyindeki bir bilgisayar kullanıcısı bile kolaylıkla kullanabilir. Yeterli bilgisayar bulunmayan bir okulda dahi GeoGebra'yı öğretmenler, materyal hazırlamak için kullanabilirler (Selçuk ve Bilgici, 2011).

2.1.2. Kavram Ve Kavram İmajı

2.1.2.1 Kavram Nedir?

Kavram kelimesi, Türk Dil Kurumu tarafından “Bir nesnenin veya düşüncenin zihindeki soyut ve genel tasarımı, mefhum, fehva, konsept, nosyon” olarak ifade edilmiştir (Güncel Türkçe Sözlük, 2012).

Fidan'a (1985) göre kavram; “ortak özellikleri olan nesne, olay, fikir ve davranışların oluşturduğu sınıflamaların soyut temsilcileridir”.

Vinner'a (1983) göre kavram, o kavramı kesin bir şekilde belirleyen kelimeler ve semboller bütünü olan ve matematikçiler tarafından kabul gören ifadelerdir.

Beydoğan'a (1998) göre kavramlar; adlandırma, gösterme ve tanımlama özelliğine sahiptirler. Adlandırma ve tanımlamalar başka kullanımlarıyla karşılıklı anlama ve anlaşmaya imkân verirler. Bu özellikleri nedeniyle de öğrenmenin vazgeçilmez öğelerinden biridir. Kavramlar, öğrenme-öğretme süreciyle bağlantılı kullanıldığında birtakım deneyimleri sınıflandırmak ve bilgilendirmek gibi açık bir anlam kazanmaktadır.

Yaşadığımız dünyada pek çok olay, fikir ve nesnelere vardır. Bunların her birini ve özelliklerini öğrenmemiz mümkün değildir. Bu nedenle birbirine benzeyen yönleri olan olay, fikir ve nesnelere birer isim vererek, bunları gruplandırma yoluna gidilmiştir. İşte bu ortak isme kavram denilmektedir. Kavramlar bize pek çok alanda avantaj sağlayarak etrafımızdaki nesnelere, olayları ve düşünceleri sınıflandırmamıza yardımcı olmaktadır (Çetin, 2009).

Kavram öğrenme, uyarınları belli kategorilere ayırarak, zihinde bilgiler oluşturma, yapılanma ve yapılandırma işlemidir (Ülgen, 2004). Kavram öğrenmeyi basit bir sınıflama ya da tanımlama olarak görmemeliyiz. Fleming'e (1987) göre kavram öğrenme, sadece objeleri basit olarak sınıflama ya da bir sınıf objenin adını ve tanımını söyleme ile sınırlı değildir (Aktaran: Çetin, 2009).

Öğrencilere, öğretilecek kavramların anlaşılmasında kullanılan dil önemli rol oynar. Matematiksel kavramların öğretiminin en önemli kısmı, kavramların yeni bir ifade ile sunulmasıdır. Öğrenciler, bildikleri kelimelerin yeni anlamlar yüklenerek kendilerine sunulmasını anlamakta zorlanabilirler. Öğrencilere, yeni bir kavramın öğretilmesi iki amaca yönelik olmalıdır. Bunlar:

a) Öğretilen kavramın anlaşılması,

b) Öğretilecek kavramı tanımlayacak uygun kelimelerin seçilmesi. (Dede, 2002; Aktaran: Soğancı, 2006)

Bir matematiksel kavramın zihinde oluşma sürecini veya öğrencilerin, matematiksel bir kavrama yönelik düşünme stillerini bilişsel (Tall ve Vinner, 1981; Vinner, 1991), yapılandırmacı (Schoenfeld, 1998) veya sosyo-kültürel (Renshaw, 1996) modellerle açıklamaya çalışan farklı yaklaşımlar bulunmaktadır (Delice ve Sevimli, 2011). Bu çalışmada Tall ve Vinner'in (1981) yaklaşımı benimsenmiştir. Tall ve Vinner'a (1981) göre bireyler epistemolojik ve psikolojik olarak farklı özelliklere sahiptir ve aynı kavramlar farklı kişiler tarafından farklı şekillerde algılanabilir.

2.1.2.2 Kavram İmajı

Kavram tanımı ve kavram imajı ilk olarak 1980 yılında Vinner ve Hershkowitz tarafından ortaya atıldı. Tall ve Vinner (1981) tarafından ise şöyle tanımlandı:

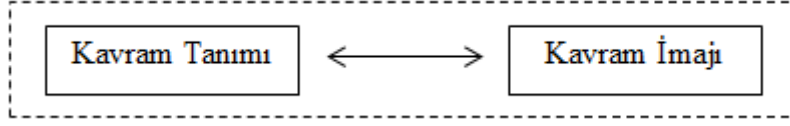
“Kavram imajı, tüm zihinsel resimleri ve birbiriyle ilişkili özellik ve süreçleri içeren “kavram” ile bağlantılı tüm bilişsel yapıdır. Kavram imajı her zaman tutarlı bir şekilde gelişmez. Belirli bir zaman diliminde aktif olan kavram imajı uyandırılmış (evoked) kavram imajıdır. Farklı zamanlarda çelişkili görünen imajlar uyandırılmış olabilir. Gerçekten çelişkiye ve kafa karışıklığına yol açabilecek durumlar varken çelişkili imajlar aynı anda uyandırılmış olur.”

“Kavram tanımı” bir kavramı belirtmek için kullanılan tüm kelimelerdir (Tall ve Vinner, 1981).

Vinner'in 1983 yılında yayınlanan çalışmasında Kavram Tanımı-Kavram İmajı Modeli şu şekilde anlatılmıştır:

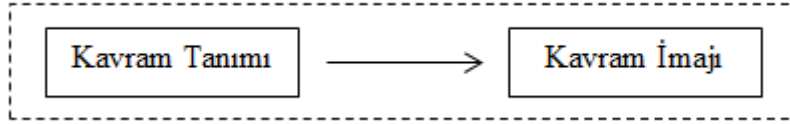
Bilişsel yapıda Kavram Tanımı ve Kavram İmajı için birer “hücre” bulunmaktadır. Burada “hücre” biyolojik anlamda kullanılmamıştır. Bu hücreler dolu

ya da boş olabilir. Hücreler birbirinden bağımsız oluşturulabilmelerine rağmen aralarında etkileşim olabilir. Şekil 2.1’de uzun süreli kavram oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Kavram Tanımı ve Kavram İmajı Arasındaki İlişki

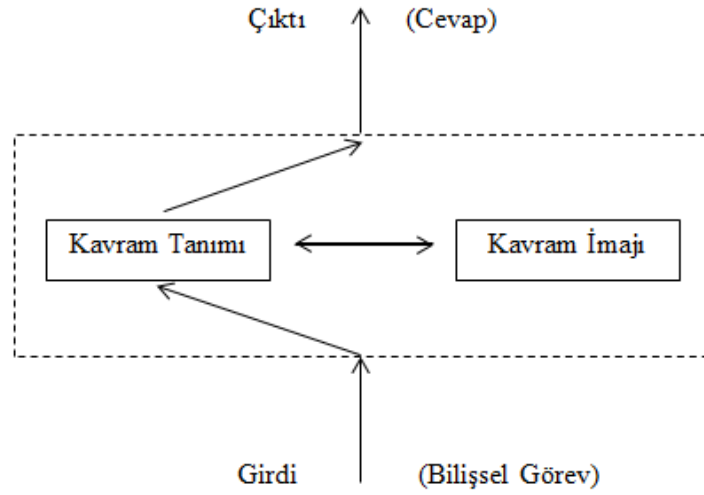
Ortaokul ve lise düzeyinde bazı öğretmenler öğrencilere kavram oluşumunu tek yönlü yaşatmaktadır. Önce kavramın tanımı öğretilir ve kavram imajı bu tanımın etkisiyle oluşur (Bkz. Şekil 2.2). Örnek ve açıklamalarla birlikte kavram imajı hücresi gittikçe dolar.



Şekil 2.2. Formal Bir Kavramın Gelişimi

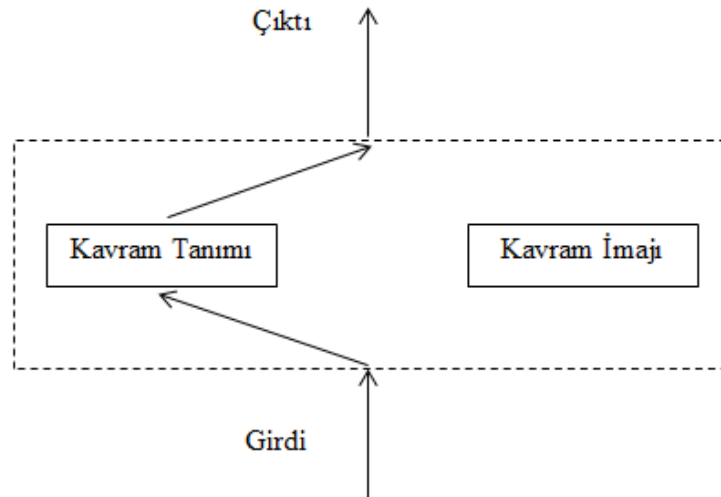
Kavram oluşumu aşamalarının yanında uygulama aşamaları da vardır. Öğrenciye bilişsel bir görev veya problem verildiğinde kavram tanımı ve imajı hücrelerinin aktifleşmesi beklenir. Ortaokul ve lise düzeyindeki öğretmenlere göre bilişsel bir görevin yerine getirilme süreci üç farklı şekilde ortaya çıkabilir (Vinner, 1983).

i) Şekil 2.3'te kavram tanımı ile kavram imajı arasında olması gereken ilişki gösterilmiştir. Buna göre bir öğrenciye bir problem verildiğinde, öğrenci kavram tanımına başvurur ancak burada tanım ile imaj sürekli etkileşim içindedir.



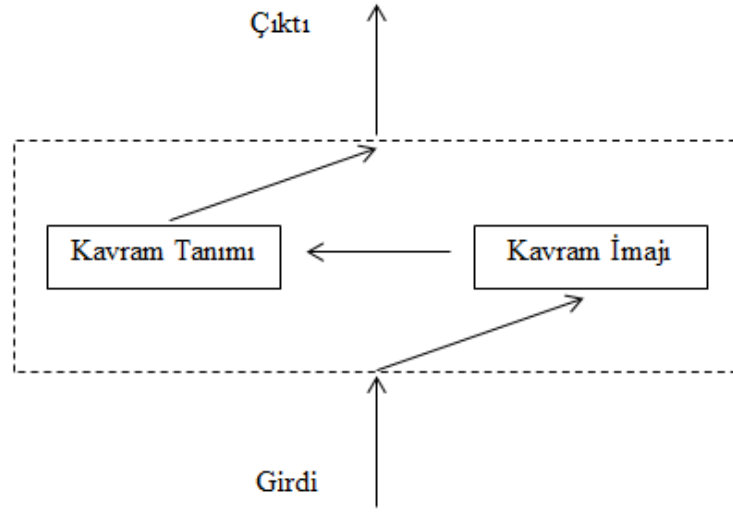
Şekil 2.3. Tanım ve İmaj Arasında Olması Beklenen İlişki

ii) Şekil 2.4'te görüldüğü gibi öğrenciler tamamen formal bir öğretim ortamında problem çözerken kavram tanımını esas almaktadır.



Şekil 2.4. Tamamen Formal Öğretim

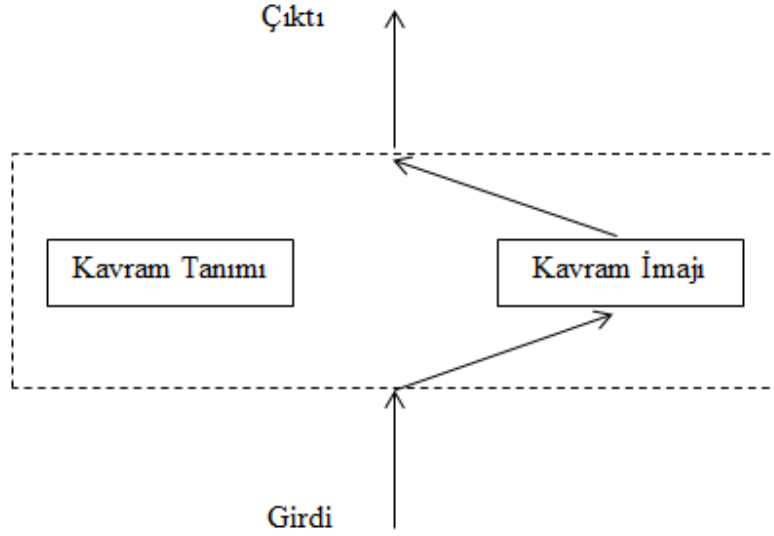
iii)



Şekil 2.5. Sezgisel Düşünce ile Öğretim

Sezgisel düşünce ile öğretimin ön planda olduğu bir ortamda öğrenci, verilen problemi çözerken önce kavram imajına başvurur, daha sonra kavram tanımı yardımı ile problemi çözer (Bkz. Şekil 2.5).

Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5'te gösterilen süreçlerin ortak özelliği şudur: Öğrenciye bilişsel bir görev verildiğinde, öğrencinin kavram tanımına başvurmadan çözümünü tasarlaması beklenmez. Bu tabii ki istenilen süreçtir ancak durum pratikte farklıdır. Bilişsel bir sistemi kendi doğasına karşı çalışacak şekilde eğitmek zordur. Gerek bir kavram imajı şekillendirilirken gerekse bilişsel bir görevle uğraşılırken bilişsel sistemi kavram tanımına başvurmaya zorlamak çok faydalı olmayabilir. Bazı tanımlar çok karmaşıktır. Bu tanımlar öğrencinin zihninde kavram imajı oluşmasına yardımcı olmaz, yani gereksizdir (Vinner, 1983). Öte yandan, bazı tanımlar imaj oluşumuna yardımcı olabilmelerine rağmen (Bkz. Şekil 2.1 ve 2.2) öğrenciye bilişsel bir görev verildiğinde pasif veya unutulmuş olabilir. Bu yüzden Vinner (1983) tarafından pratiğe daha uygun bir model (Bkz. Şekil 2.6) sunulmuştur.



Şekil 2.6. Sezgisel Yaklaşım

Verilen problemi sezgisel bir yaklaşımla çözmek isteyen öğrenci sadece kavram imajına başvurur (Bkz. Şekil 2.6).

Burada boş olmasa bile problem çözme sürecinde kavram tanımına başvurulmamaktadır. Günlük hayat alışkanlıkları devreye girer ve kavram tanımına olan ihtiyacın farkına varılamaz. Kavram imajına başvurmak birçok durumda yeterince başarı getirecektir. Bu gerçek, insanları kavram tanımına başvurmaya cesaretlendirmez. Bazı rutin olmayan problemler çözülmeye çalışılırken kavram imajına başvurulur ancak tamamlanmamış kavram imajları yanlış yönlendirici olabilir. Böyle olan problem sayısı azdır ve öğrenciler bunların haksızlık olduğunu düşünür. Böylece, teknik anlamda uygun olmayan alışkanlıkları değiştirebileceği tespit edilmiş belli bir güç yoktur. Teknik içerikli durumlarda kavram imajının tek başına yeterli olamayabileceği açıktır (Vinner, 1983).

Vinner (1991) teorisini anlattıktan sonra “uyandırılmış kavram imajı”nı hatırlatır. Belirli bir bilişsel görev verildiğinde sadece uyandırılmış kavram imajı göz önüne alınır. Farklı durumlarda aynı kavram imajı uyanmayabilir. Burada yapılan analizler öğrencinin tüm bilişsel sistemi ile ilgili olmayıp sadece o an için aktif olan kısmı ile ilgilidir.

Tüm matematik kavramlarının formal (matematiksel/kitabi) ve formal olmayan tanımları mevcuttur. Bir matematiksel kavramın formal tanımında kavrama yönelik genel özellik ve bilgiler bulunur ve bu tanım matematikçiler tarafından kabul edilen tanımdır. Formal olmayan tanım, formal tanımın kişiler tarafından yeniden yapılandırılması ve kişiye özgü yönlerinin ortaya çıktığı durumdur. İster öğrenciye verilmiş olsun isterse öğrenci tarafından yapılandırılmış olsun, kavram tanımı zaman içinde değişim gösterir. Bu şekli ile formal olmayan kavram tanımı, formal kavram tanımından farklıdır. Bir kavramın öğrenilmesi sürecinde kavram tanımının bilinmesi kadar kavrama yönelik zengin imajların oluşması da önemlidir. Kavram imajı kavramla ilgili tüm bilişsel yapıların tanımlarla ilişkilendirilmesi süreci olarak tanımlanabilir. Kavram imajları bireyin zihninde oluşan resim, sembol, işlem ya da özellikleri içerir. Öğrenci, uyarılmış kavram imajını kendi kelimeleri ile açıklayarak bir kavram tanımı oluşturabilir. Öğrenciler genellikle kavram tanımının gerekli olmadığına inanırlar (Tall ve Vinner, 1981, Aktaran: Delice ve Sevimli, 2011). Vinner (1991) kavram tanımı ile imajı arasındaki ilişkide birçok farklı geçişin olduğuna dikkat çekmektedir. Bir matematiksel kavramın öğrenilmesinden problem çözme sürecinde kullanılmasına kadar farklı durumlarda farklı geçişlerden söz edilebilir. Örneğin bir matematiksel kavramla ilk kez karşılaşan bir öğrenci, kavramın tanımından yola çıkarak kavrama anlam yükleyebilir. Bir diğer durumda ise öğrenci, kavramın çağrıştırdığı tüm bilişsel yapılar üzerinden, kavramı en iyi açıklayabilecek nitelikteki kelimeleri seçerek tanımını yapılandırabilir. Ancak problem çözme sürecinde ilişkinin yönü ve bileşenleri değişebilir. Verilen bir görevin tamamlanması sürecinde kavramın tanımından yola çıkılarak kavram imajı ile kurulan ilişkiler çıktılarının verimliliği açısından önemlidir (Delice ve Sevimli, 2011). Bazı öğrencilerin problem çözme sürecinde tanımdan çok kavram imgelerinden yararlandıkları, kavram imajlarını da bazı prototip örnekler yoluyla oluşturdukları bilinmektedir (Tall ve Vinner, 1981; Rösken ve Rolka, 2007, Aktaran: Delice ve Sevimli, 2011).

2.2. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde; GeoGebra programı kullanılarak yapılan ve kavram imajı – kavram tanımı ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.2.1. GeoGebra Programının Kullanıldığı Araştırmalar

Bu bölümde GeoGebra programının kullanıldığı yurt içi ve yurt dışı araştırmalar üzerinde durulacaktır.

Filiz (2009) çalışmasında GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisini araştırmış ve bu süreçte öğrenmenin nasıl geliştiğini incelemiştir. Trabzon'daki bir ilköğretim okulunun 25 sekizinci sınıf öğrencisi ile yapılan çalışmanın deney grubunda GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımları ile web destekli ortamlardan faydalanarak öğretim yapılırken kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışma sonucunda, web destekli materyalleri kullanan grup lehine anlamlı bir fark bulmuştur ($U=28.00$, $p<.05$). Bu bulgu doğrultusunda hazırlanan web destekli materyal ile öğrenim gören öğrencilerde geleneksel öğretim gören öğrencilere göre daha etkili bir öğrenme gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Taş (2010) "Dinamik Matematik Yazılımı GeoGebra ile Eğrisel İntegrallerin Görselleştirilmesi" adlı çalışmasında bilgisayar teknolojisinin ve GeoGebra'nın eğrisel integrallerle ilgili teorik anlatıma katkılarını yorumlamıştır. Özellikle GeoGebra aracılığıyla geliştirilen bazı özel eğrilerin parametrik denklemleri ile ilgili dinamik çalışma sayfaları, denklemlerin sayısal değişimini kolaylıkla göstermektedir. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle GeoGebra gibi yazılımların sunduğu dinamik çalışma sayfaları, matematik alanındaki teorik çatinın oluşmasında görsel uygulama imkânı sağlayarak konuların daha kolay anlaşılmasını mümkün kılmıştır. Ancak GeoGebra'nın üç boyutlu çalışmalarda yetersiz olması yazılımın sınırlılığı olarak belirtilmiştir.

Baydaş (2010) öğretim elemanlarının matematik öğretiminde GeoGebranın kullanımına yönelik algılarını, uygulanabilirliğini ve matematik öğretime getirdiği muhtemel kazanımları ile sınırlılıkları ortaya çıkarmak, matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde GeoGebra kullanımına yönelik algıları ve GeoGebra projesi hazırlamada edindikleri kazanımları tespit etmek ve kimya

öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda GeoGebra kullanımı yoluyla genel matematik öğretimi ile geleneksel yaklaşımla genel matematik öğretimi arasındaki farkı belirlemek amaçlarıyla öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşlerine başvurmuştur. Çalışmada, mevcut durumu derinlemesine ortaya çıkarmak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (case study) yöntemi kullanılmış ve veriler yüz yüze görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; Geogebra literatürle paralel şekilde bilgisayar destekli matematik öğretimi araçlarının avantajlarını ve sınırlılıklarını yansıttığı gibi özel olarak cebirsel ve geometrik girişin farklı olması, inşa protokolünün yapı aşamalarını göstermesi avantaj olarak görülmüş, kullanımının kolay olması üzerinde durulmuştur.

Ceylan (2012) çalışmasını ikinci sınıfta öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmen adaylarının GeoGebra yazılımı yardımıyla geometriye yönelik ispat yapma becerilerinin incelenmesi ve kullanmış oldukları ispat biçimlerinin belirlenmesi amacıyla yapmıştır. Amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi ile seçtiği 6 öğretmen adayı ile yapmış olduğu yüksek lisans tezinin modeli durum çalışmasıdır. Öğretmen adaylarının geometrik ispat biçimlerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve klinik mülakatlarla katılımcıların verilen ispat problemlerini GeoGebra yazılımını kullanarak çözmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının verilen bir ispat probleminde GeoGebra yazılımını amaçları doğrultusunda kullanabildikleri ve çözüm sürecinde doğru sonuca ulaşmak için yazılımda yer alan birçok araçtan yararlandıkları görülmüştür. Böylece öğretmen adaylarının farklı çözüm yolları arama, geometrik özellikleri keşfetme, genelleme ve akıl yürütme becerilerinin desteklendiği görülmüştür. Katılımcılar GeoGebra'nın birçok özelliği ve aracı sayesinde varsayımlar yapmış ve bu onları ispat yapmaya teşvik etmiştir. 18 ispatın 9 tanesi deneysel gerekçelendirmeler, 9 tanesi de tündengelimli gerekçelendirmeler ile yapılmıştır. Öğretmen adaylarının ispat sürecinde örneklerden yararlanmaları onların yeterli mantıksal çıkarımlara sahip olmadıkları şeklinde yorumlanmıştır.

Zengin (2011) çalışmasında onuncu sınıf matematik dersinde trigonometri öğrenme alanı altında yer alan trigonometrik fonksiyonlar ve trigonometrik

fonksiyonların grafikleri alt öğrenme alanlarının öğretiminde, dinamik matematik yazılımı GeoGebranın öğrencilerin matematiksel başarılarına ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Deseni ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem olan yüksek lisans tezi, lise öğrencileri ile yapılmıştır. GeoGebranın etkisini gözlemlemek amacı ile kontrol grubunda yapılandırmacı öğrenme kuramı ışığında dersler işlenirken deney grubunda ise GeoGebranın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle dersler işlenmiştir. Analiz sonucunda trigonometrik fonksiyonlar ve trigonometrik fonksiyonların grafikleri alt öğrenme alanlarında, deney ve kontrol gruplarının başarıları arasında GeoGebra yazılımı yardımıyla ders işleyen deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır ($t=5.43$, $p<.05$). Ancak matematiğe yönelik tutumları bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Kepçeoğlu (2010) çalışmasında genel matematik konularının temel konularından biri olarak nitelendirilen limit ve buna bağlı olarak süreklilik kavramlarının öğretiminde GeoGebranın öğretmen adaylarının başarısına ve limit ve süreklilik kavramlarını öğrenmelerine olan etkisi incelemiştir. Bu amaçla, 40 ikinci sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayı ile 6 ders saatlik deneysel bir çalışma yürütülmüştür. GeoGebra programının etkisini incelemek amacı ile bir gruba geleneksel yöntem ile ders işlenişi yapılmışken diğer gruba da GeoGebra ortamında hazırlanan ders işlenişi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, deney grubunda yer alan öğretmen adayları kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarına göre uygulanan testte daha başarılı sonuç almışlardır ($t=-3.903$, $p<.05$). Ayrıca deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının limit kavramına ilişkin bakış açılarına GeoGebra destekli öğretim yaklaşımının genel olarak olumlu yönde katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ancak aynı bulgunun süreklilik kavramı için geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

İçel (2011) çalışmasında sekizinci sınıf matematik dersi müfredatında yer alan “Üçgen ve Pisagor Bağıntısı” konusunda GeoGebranın öğrenci başarısına etkisini incelemiştir. Deney grubu için resmi müfredat programına uygun dinamik matematik yazılımına göre iki haftalık kurs planlanmıştır. Kurs süresince GeoGebra'nın etkin kullanımını içeren, planlanmış GeoGebra inşa aktiviteleri öğrenme ve öğretim süresi

boyunca öğrencilerle paylaşılmıştır. Eş zamanlı olarak kontrol grubunda resmi müfredata uygun olarak eğitime devam edilmiştir. Sınıf içi aktivitelerden önce ve sonra olmak üzere, gruplara, ön test, son test ve hatırlama testi uygulanmıştır. Testler ve gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda, GeoGebranın öğrencilerin öğrenme ve başarıları üzerinde pozitif etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hatırlama testi sonuçları da GeoGebranın öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmada da etkili olduğunu göstermiştir.

Hohenwarter, Hohenwarter ve Lavicza (2008) kullanıcıların GeoGebra ile ilgili yaşadıkları engelleri belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Ortaokul ve lise öğretmenleri ile yapılan üç haftalık çalışma ile öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklar belirlenmiş ve GeoGebra araçlarının zorluk dereceleri ölçülmüştür. Katılımcılar GeoGebra kullanımının kolay olduğunu ancak geometrik şekiller çizerken ve cebirsel ifadeler yazarken yardıma ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bu zorlukların aşılması için GeoGebrada yeni materyallerin geliştirilmesi ve bu materyallerin çalıştaylar aracılığıyla kullanıcılara ulaştırılması tavsiye edilmiştir. Araştırmacılar 2010 yılında bu çalışmanın devamını ortaokul matematik öğretmenleri ile yapmışlardır. Bu çalışmada DGY araçlarının karmaşıklık kriterlerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda GeoGebrada yer alan 21 araçtan 15'inin aynı karmaşıklık kriterinde, 5 tanesinin daha karmaşık bir kriterde ve 1 tanesinin diğerlerinden daha kolay bir karmaşıklık kriterde olduğu belirlenmiştir.

Dikovic (2009) Sırbistan'da Matematik II dersini alan 31 öğrenciyle GeoGebra'nın türev, teğet eğimi, süreklilik gibi bazı analiz konularının öğretiminde kullanılması üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrenciler analiz dersini geleneksel olarak gördükten sonra GeoGebra Çalıştayına katılmışlardır. GeoGebra'nın sunmuş olduğu çoklu temsillerden yararlanan Dikovic, matematiksel yapıların aktif bir şekilde keşfi için dinamik bir ortam sağlamak ve öğrencilere matematiğin bazı yönlerini kâğıt kalemle göstermenin mümkün olmadığını ifade etmektedir. Araştırma sonucunda GeoGebrada oluşturulmuş materyallerin yukarıda adı geçen konuların öğretiminde öğrenciler üzerinde pozitif bir etki yarattığı

gözlenmiştir. Ayrıca GeoGebra'nın matematik sürecini istenen şekilde görselleştirdiği görülmüştür.

Lu (2008) İngiltere ve Tayvan'da ortaöğretim düzeyinde görev yapan 4 matematik öğretmenin cebir ve geometri öğretiminde GeoGebra kullanım amaçları ve GeoGebra kullanımına bağlı olarak teknoloji ve GeoGebra kavramlarının neler olduğunu araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmenlerin GeoGebra programını teknolojik bir araçtan daha öte öğrenciler için bir öğrenme ortamı olarak gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerin matematiği anlamlandırmasında GeoGebra'nın görselleştirme ve kavramsallaştırma özelliklerinden faydalandıklarını da göstermiştir. Buna ek olarak, öğretmenlerin GeoGebra programını matematik dersi için etkinlik, materyal hazırlama gibi nedenlerde sıklıkla kullandığı görülmüştür.

Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde nicel ağırlıklı (Filiz, 2009; Zengin 2011; Kepçeoğlu, 2010; İçel 2011) ve nitel ağırlıklı (Baydaş, 2010; Ceylan, 2012) çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Nicel ve nitel verilerin bir arada ele alındığı ve birbirine dönüştürüldüğü karma çalışmaların (Creswell, 2003) Türkiye'de oldukça sınırlı sayıda (Ulutaş ve Ubuz, 2008) yapılmış olması göz önüne alındığında, karma modellerle tasarlanan bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bazı çalışmalarda GeoGebra destekli öğretimin trigonometri (Zengin, 2011), limit, süreklilik, türev (Kepçeoğlu, 2010; Dikovic, 2009), üçgenler (İçel, 2011) vb. konulardaki öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu gözlenmiştir.

GeoGebra hakkında öğretmen adayları ve öğretmen görüşleri; GeoGebra kullanımının kolay olması (Hohenwarter vd., 2008; Baydaş, 2010), öğrenciler için teknolojik bir araçtan öte öğrenme ortamları sağlaması ve matematik dersi için etkinlikler hazırlamaya imkân vermesi (Lu, 2008) olarak belirlenmiştir.

2.2.2 Kavram İmajıyla İlgili Yapılan Araştırmalar

Gülkılık (2008) yüksek lisans tez çalışmasında bazı geometrik kavramlar ile ilgili öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram imajlarını keşfetmeyi ve kavram

imajlarındaki gelişimleri anlamayı amaçlamıştır. Bu amaçla bir devlet üniversitesinin Orta Öğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında lisans eğitimi alan beş öğretmen adayı ile fenomenografik bir çalışma yapmıştır. Çalışma, Seçmeli Geometri dersini alan beş öğretmen adayı ile amaçlı örneklem tekniği kullanılarak yapılmıştır. Katılımcıların açığı, çember, geometrik yer, metrik kavramları ile ilgili sahip oldukları kavram imajları incelenmiş, daha sonra araştırma için temel alınan 3 aylık bir eğitim dönemi sonucunda öğretmen adaylarının kavram imajlarının gelişimi irdelenmiştir. Görüşmeler, öğrencilerin yazılı dokümanları ve sınıf gözlemlerinden elde edilen veriler, Tall ve Vinner (1981) tarafından geliştirilen kavram imajı ve kavram tanımı yapısı esas alınarak analiz edilmiştir. Veri analizi sonucunda, geometrik kavramları içeren bir problem durumu ile karşı karşıya kalan öğretmen adaylarının farklı tecrübelerinin etkileriyle şu eylemleri gerçekleştirdikleri gözlenmiştir:

1. Sadece kazandıkları yeni kavram imajlarını kullanmaktadırlar.
2. İlk olarak yeni kavram imajı ile problemin üstesinden gelmeye çalışmakta, eğer bunu başaramazlarsa eski kavram imajına geri dönmektedirler.
3. Problem çözme sürecinde eski ve yeni kavram imajlarını birlikte kullanmayı tercih etmektedirler.

Ayrıca öğretmen adaylarının problem çözmeye çalışırken uygun bir kavram imajı kullanmaya gereksinim duydukları, aksi halde amaçlanan davranışı sergileyemedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Soğancı (2006) öğretmen adaylarının matematik öğrenimi ve öğretimindeki matematiksel tanımlara yaklaşımları hakkındaki görüşlerini saptamak amacıyla yüksek lisans tez çalışmasını yapmış; bu amacı gerçekleştirmek için görüşme formları eşliğinde öğretmen adayları ile görüşülmüş ve onların matematiksel tanımlar hakkındaki görüş ve yorumları alınmıştır. Araştırma, bir devlet üniversitesinin orta öğretim fen ve matematik alan eğitimi bölümü matematik öğretmenliği anabilim dalında lisans eğitimi alan 7 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizinde öğretmenlerin görüşleri fenomenografik yöntemle karşılaştırılmış, kategorilere ayrılmış ve yorumlanmıştır. Veri analizi neticesinde, öğretmen adaylarının tanımların verilmesi gerektiğini ancak sadece tanımla kavramların iyi

öğrenilemediğini düşündükleri, kavram tanımının onu takip eden örnek, uygulama, sonuç ve teoremlerle de desteklenmesi gerektiğini düşündükleri sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca katılımcıların matematiksel bir problemi çözerken o problemin merkezindeki kavram ya da kavramların tanımlarına bazen kavram imajı, bazen kavram tanımı ve bazen de her ikisine başvurdukları görülmüştür. Tam anlaşılmuş bir kavram tanımı ve bu kavram tanımı ile tamamen örtüşen bir kavram imajı ile probleme yaklaşılabilirdiği takdirde amaçlanan davranışın gösterilebildiği de araştırma sonucunda elde edilen sonuçlardandır.

Avgören (2011) farklı sınıf seviyelerindeki ortaöğretim öğrencilerinin katı cisimler (prizma, piramit, silindir, koni, küre) ile ilgili sahip oldukları kavram imajını belirlemek amacıyla yüksek lisans tez çalışmasını yapmıştır. Bu amaçla 2010-2011 eğitim öğretim yılında dokuz ve on ikinci sınıflarda öğrenim gören üçer öğrenciyle fenomenografik bir çalışma yapılmıştır. Araştırmaya katılan öğrenciler sınıflardan; bir iyi, bir orta ve bir zayıf düzeyde olmak üzere geometri başarı testi yardımıyla seçilmiştir. Veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler, görüşme kayıtları ve gözlemler sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca görüşmelerde öğrencilerden daha önceden hazırlanan geometrik cisim modellerini sesli düşünme metodu ile isimlendirmeleri istenmiş, bu da bir diğer veri kaynağını oluşturmuştur. Verilerin analizi için nitel araştırmalarda sıkça kullanılan içerik analizi kullanılmıştır. Elde edilen veriler literatür ışığında kavram imajı ve kavram tanımları esas alınarak analiz edilmiştir. Veri analizi sonucunda şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Öğrenciler bazı katı cisimlerle ilgili prototip modeller oluşturmaktadır. Bu modeller somut olabileceği gibi geometrik bir çizim de olabilmektedir.
2. Öğrencilerin katı cisimler ile ilgili sahip oldukları kavram imajları geometrik cisim modelleri ve sınıf içi geometrik çizimler ile özdeşleşmiştir.
3. Öğrenciler katı cisim çeşitleri ile ilgili herhangi bir alan ve hacim problemi ile karşılaştıklarında ilk önce formülleri hatırlamaya çalışmaktadır.

Delice ve Sevimli (2011) müfredat programında belirsiz-belirli integral sıralaması ile öğretilmesi önerilen integral konusunun sıralamasında yapılacak değişikliğin öğrencilerin kavram tanım ve imgelerine yapacağı etkinin incelenmesi

amacıyla çalışmalarını yapmıştır. Araştırma 2008–2010 yılları arasında bir devlet üniversitesinin kimya öğretmenliği programına kayıtlı birinci sınıf öğrencileri ile 6 haftalık bir süreç içerisinde yürütülmüştür. Çoklu yöntemin kullanıldığı araştırmada yarı deneysel araştırma deseni var olan iki durumun betimlenmesi için kullanılmıştır. Kontrol grubu öğrencileri (n=40), Analiz II dersi kapsamında aldıkları integral konusunu geleneksel programa uygun olarak belirsiz-belirli integral sırası ile işlerken; deney grubu öğrencilerinde (n=40) aynı konu belirli-belirsiz integral sırası ile ele alınmıştır. Çalışma sonuçları, deney grubu öğrencilerinde “alan”, kontrol grubu öğrencilerinde “türevin tersi” imgelerinin baskın olduğunu göstermiştir. Ayrıca, geliştirilmiş integral problemlerinde, belirli integral imgesi “türevin tersi” olan öğrencilerin yanlış kavramlar üzerinden yanlış sonuçlara ulaştıkları ve “alan” imgesine sahip öğrencilerin bu problem tipi için doğru çözümleri daha kolay gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Çalışma, integral konusuna belirsiz integral kavramı ile yapılacak girişin, belirli integral konusundaki imgeleri sınırlandırabileceğine dikkat çekmektedir. Çalışmada literatürdeki yaygın kullanımın aksine, “concept image” ifadesinin Türkçe karşılığı olarak “kavram imajı” yerine “kavram imgesi” ifadesi kullanılmıştır.

Eraslan (2005) iki cebir öğrencisi ile durum çalışması modeli olarak desenlediği doktora çalışmasında öğrencilerin ikinci dereceden denklemler ile ilgili karşılaştıkları engelleri Schoenfeld (1989)’in matematiksel analiz basamakları ile kavram imajı ve kavram tanımı yapısı ışığında tespit etmiştir. “Cebir Öğrencilerinin İkinci Dereceden Denklem Kavramlarına İlişkin Bilişsel Güçlükleri: Nitel Bir Çalışma” isimli tezinde durum çalışması modeli çalışan araştırmacı karşılaşılan engellerden bazılarını kuadratik fonksiyonların geometrik ve cebirsel yaklaşımlarının bir arada düşünülmemesi, bilinmeyen bir ifadeyi bilinen bir ifadeye dönüştürme ihtiyacı, geometrik ve cebirsel düşüncenin uyuşmaması, kuadratik formülün ve sonsuz değerli fonksiyon imajının negatif etkisi olarak belirlemiştir (Aktaran: Güllük, 2008).

Tall ve Vinner (1981) “Concept Image And Concept Definition in Mathematics with Particular Reference to Limits and Continuity” adlı çalışmalarında özel olarak

limit ve süreklilik kavramlarını referans alarak kavram tanımını ve kavram imajını tüm detaylarıyla tanımlamışlardır. Bu çalışma bu yönüyle birçok kavram imajı çalışmasına esin kaynağı olmuştur. Ayrıca potansiyel ve bilişsel çatışma faktörlerinden bahsetmişlerdir. Problemler yardımıyla öğrenci cevaplarını kavram imajı ve kavram tanımını bağlamında incelemişlerdir. Vinner 1983 yılında yayınlanan çalışmasında ise Tall'la birlikte kurdukları teoriyi geliştirmiştir.

Shriki ve David (2001) öğretmen ve öğretmen adaylarının parabol kavramına ilişkin kavram imajlarını tespit etmek amacıyla 'How Do Mathematics Teachers (Inservice And Preservice) Perceive The Concept Of Parabola?' adlı çalışmayı yapmışlardır. Çalışmada ikinci dereceden denklem çözme ve parabole ait bilgiler verilmiştir. Öğretmenlerin bu iki kavram arasındaki bağlantıyı kuramadıkları görülmüştür. Katılımcıların sorulara verdikleri cevaplar 3 gruba (zayıf – alakasız imajlar; kısmi kavram imajı; tam kavram imajı) ayrılarak analiz edilmiştir.

Attorps (2006) tarafından öğretmenlerin denklem kavram imajlarını belirlemek amacıyla yapılan "Teacher's Images of The "Equation Concept" adlı çalışmaya 10 öğretmen katılmıştır. Veriler anket ve iki mülakat ile toplanmıştır. İlk mülakatta; öğretmenlerden ortaokuldan üniversiteye kadar kavramları nasıl öğrendiklerini ve tecrübelerini aktarmaları istenmiştir. Sonraki aşamada, verilen 18 ifadeden hangilerinin denklem olduğu sorulmuş ve en son denklem kavramı hakkındaki fikirleri sorgulanmıştır. Elde edilen bulgular öğretmenlerin denklem kavramı ile ilgili fikirlerinin, denklem kavramının formal tanımından farklı olduğunu ve okulda zamanlarını matematiksel anlamının yerine işlemsel becerileri geliştirmeye yönelik harcadıkları bulunmuştur.

Dormolen ve Zaslavsky (2003) iki matematik eğitimcisinin sabit bir fonksiyonun periyodik olup olmadığını tartışmalarından hareketle "The many facets of a definition: The case of periodicity" adlı çalışmayı yapmışlardır. Çalışmada, bir tanımda bulunması gereken özellikler mantıksal ve pedagojik yaklaşımlarla ele alınmış ve özel olarak periyodik fonksiyonların farklı tanımları üzerinde durulmuştur.

Dormolen ve Zaslavsky'ye (2003) göre bir tanımda bulunması gereken kriterler şunlardır:

Hiyerarşi Kriteri: Bir tanım yapılırken o tanımda geçen kavramların daha önceden tanımlanmış olması gerekir.

Varlık Kriteri: Bir kavram tanımının o kavramın içerisinde var olduğu sistemde tanımlanmış olması gerekir. Bir tanıma sağlayan örneklerin bulunabilir olması gerekir.

Denklik Kriteri: Bir kavramın var olan birden çok tanımının denk olması gerekir.

Aksiyomatikleştirme Kriteri: Bir tanım verilmeden önce tanım içerisinde geçen kavramlar önceden tanımlanmaya çalışılır ancak bazı kavramlar tanımlanamaz. “Nokta”, “doğru” ve “düzlem” tanımsız kavramlardandır. Yani belli aksiyomlar en baştan verilerek tanımlama işlemine başlanır.

Mantıksal açıdan bakılınca gerekli olmayan ancak genel kültürden sayılan kriterler de vardır:

Minimallik Kriteri: Bir kavram tanımlanırken gerektiği kadar kelime ve sembol kullanılmalıdır. Örneğin dikdörtgen için “dört açısı dik olan dörtgendir” tanımı yerine üç açısının dik olduğunun verilmesi gerekir, çünkü dörtgenlerin iç açılarının ölçüleri toplamı 360^0 'dir ve üçü dikse dördüncüsü de dik olmak zorundadır.

Şıklık Kriteri: Birbirine denk olan tanımlardan daha güzel görüneninin ve daha az sembol ve söz kullanılanının seçilmesini ifade eder.

Dejenerasyon Kriteri: Bazı tanımlar kavram tanımına uymayan imajlar oluşmasına neden olabilir. Bu duruma “dejenerasyon” denir. Dejenerasyonlar tanımların mantıksal çıkarımlarındandır. Bu kritere göre, bir tanımda ters bir ifade veya bir örnek bulunmamalıdır (Dormolen ve Zaslavsky, 2003).

Thomas (2010), periyodik fonksiyonu şöyle tanımlar: “Her x değeri için $f(x)=f(x+T)$ eşitliğini sağlayan ($T>0$) fonksiyondur. Bu şartı sağlayan en küçük T sayısına fonksiyonun periyodu denir.” Dormolen ve Zaslavsky'ye göre (2003) sabit fonksiyon periyodik fonksiyonların bir dejenerasyonu sayılabilir ve ($T>0$) şartının olması bu dejenerasyonu ortadan kaldırır.

Periyodik bir fonksiyon belirli bir zamanda, belirli bir sayıda veya belirli bir aralıkta kendini tekrar eden olayları tasvir eder. Bu “belirli zaman”, “belirli sayı” veya “belirli aralık” ifadelerine *periyot* denir. (Dormolen ve Zaslavsky, 2003).

Shama’ya (1998) göre periyodik fonksiyonlar periyodik değildir. Buna sabit bir fonksiyonun değerlerinin değişmemesi dayanak gösterilebilir. Başka bir ihtimal de sabit fonksiyonun esas periyodunun olmamasıdır. Bazı tanımlarda $T > 0$ şartını sağlayan en küçük sayıya periyot denirken bazılarında bu sayı esas periyot olarak geçer.

Kavram imajıyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmen adayları ve öğrencilerin açığı, çember, geometrik yer ve metrik (Gülkılık, 2008); prizma, piramit, silindir, koni ve küre (Avgören, 2011); bazı matematiksel tanımlar (Soğancı, 2006); belirli integral (Delice ve Sevimli, 2011); parabol (Shriki ve David, 2001); denklem (Attorps, 2006) ve periyot (Shama, 1998; Dormolen ve Zaslavsky, 2003) gibi bazı matematiksel kavramlara ilişkin imajlarının belirlendiği ve bu çalışmaların bazılarında kavram imajlarının gelişiminin (Gülkılık, 2008; Delice ve Sevimli, 2011) incelendiği görülmektedir. Çalışmalarda analizler yapılırken Tall ve Vinner’in (1981) kavram imajı – kavram tanımı teorisi göz önünde bulundurulmuştur.

Periyot kavramıyla ilgili yapılan çalışmalarda ise Shama (1998) ilköğretimden lisans düzeyine kadar öğrencilerin periyot imajlarını incelemiş ve Dormolen ve Zaslavsky (2003) periyodik fonksiyonların tanımlarından hareketle sabit fonksiyonun periyodik olup olmadığını incelemiştir.

BÖLÜM 3

Yöntem

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmanın yöntemi karma yöntemdir. Karma model araştırma, araştırmacının yapmış olduğu araştırmanın bir aşamasında ya da araştırma süreçlerinin iki ya da daha fazla aşaması boyunca hem nicel hem de nitel araştırma yaklaşımlarını karmalaması şeklinde ifade edilebilir (Balcı, 2009). Karma çalışmalar nitel ve nicel çalışma verilerinin tek bir çalışmada ele alınarak farklı veri kaynaklarının birbirine dönüştürülüp doğrulandığı çalışmalardır (Creswell, 2003). Bu çalışmada da nitel ve nicel yöntemler birbirini destekler nitelikte kullanıldığından çalışmanın modeli karma yöntem olarak belirlenmiştir.

Araştırmada GeoGebra destekli öğretimin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının periyot imajları üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desenlerden eşleştirilmiş desen kullanılmıştır. Bu desende yansız atama kullanılmaz. Desende hazır gruplardan ikisi belli değişkenler üzerinden eşleştirilmeye çalışılır. Eşleştirilen gruplar işlem gruplarına seçkisiz atanırlar. Ancak, eşleştirme çalışmaya dâhil edilen grupların denk olduğunu garanti etmez. Bu ciddi bir sınırlamadır ancak seçkisiz atamanın yapılamayacağı durumlarda ciddi bir alternatif desendir. Eşleştirmenin hiçbir zaman seçkisiz atamanın yerini tutmayacağı unutulmamalıdır (Büyüköztürk, 2010). Bu çalışmada gruplar eşleştirilmeden önce dersin öğretim elemanı ile görüşülmüş ve grupların hemen hemen denk olduğu kanaatine varılmıştır. Eşleştirme rastgele yapılmıştır. Araştırma modelinin simgesel görünümü aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.1. Öntest-Sontest Eşleştirilmiş Kontrol Gruplu Desen

Grup		Öntest	İşlem	Sontest
D (Deney)	M	O1	X1	O3
K (Kontrol)	M	O2	X2	O4

M sembolü deneklerin eşleştirilmiş olduğunu

O1, O2, O3, O4 sembolleri öntest ve sontest olarak uygulanan PERİYOT TESTİ 2'yi (PT2)

X1 sembolü trigonometrik fonksiyonlarının periyotlarının GeoGebra destekli işlendiğini

X2 sembolü trigonometrik fonksiyonlarının periyotlarının GeoGebra desteği olmadan geleneksel yöntemle işlendiğini göstermektedir.

Araştırmada nicel verileri desteklemek amacıyla nitel veri toplama yöntemlerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler ve nitel veri analizi yöntemlerinden içerik analizi tekniği kullanılmıştır.

3.2. Katılımcılar

Çalışma, 2011-2012 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği programının 1.sınıfına kayıtlı olup Genel Matematik dersini alan 58 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Birinci öğretim öğrencileri kontrol grubunu, ikinci öğretim öğrencileri deney grubunu oluşturmuştur. Kontrol grubunda 30 (4 erkek, 26 kız) öğretmen adayı olup öntest ve sontestten sonra 9 (1 erkek, 8 kız) öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmıştır. Deney grubunda ise 28 (8 erkek, 20 kız) öğretmen adayı olup öntest ve sontestten sonra 9 (1 erkek, 8 kız) öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşme yapılacak katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden Maksimum Çeşitlilik Örneklemesi ile seçilmiştir. Bu yöntemde amaç, görel olarak küçük bir grup oluşturmak ve bu örnekleme çalışılan probleme taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bilimsel araştırmalarda denek ya da katılımcılara özel yaşamlarını korumak amacıyla genellikle kodlar verilir (Balcı, 2009). K1-G, K4, D1 ve D9-G öğretmen adaylarına verilen kodlardan bazılarıdır. Burada K kontrol grubunu, D deney grubunu ve sonunda -G olan kodlar kendileriyle öntest ve sontestten sonra görüşme yapılan öğretmen adaylarını temsil etmektedir.

3.3. Veri Toplama Aracı Ve Süreci

Öğretmen adaylarının trigonometrik fonksiyonların periyotlarıyla ilgili kavram imajlarını ortaya çıkarmak ve akademik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen bir öntest uygulanmıştır.

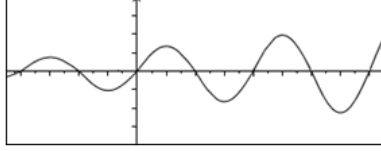
Öntest PERİYOT TESTİ 1 (PT1) (Bkz. Ek-1) ve PERİYOT TESTİ 2 (PT2) (Bkz. Ek-2) olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Testler aynı form içinde yer almaktadır.

PT1’de öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarını belirlemek amacıyla 6 adet açık uçlu soru sorulmuş ve sorular Şekil 3.1’de sunulmuştur.

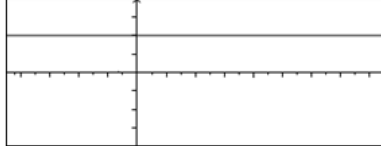
PERİYOT TESTİ – I

- 1) Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?
- 2) Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.
- 3) İlköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazınız.
- 4) Periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımını yapınız.

5 ve 6. sorularda grafikleri verilen fonksiyonlardan hangisi ya da hangileri periyodiktir? Açıklayınız.



5) Açıklama:



6) Açıklama:

Şekil 3.1. PT1 Testine Ait Sorular

Öğretmen adaylarının genel anlamda sahip oldukları periyot imajlarını belirlemek amacıyla PT1’de 1.soru olarak “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Kavram tanımı sözel ve açıktır; direkt soru sormak yeterlidir, ancak kavram imajı sözsüz ve kapalıdır; kavram imajını öğrenmek için dolaylı olarak soru sorulmalıdır (Vinner, 1993). Bu nedenle 2.soruda “periyotla ilgili günlük hayattan örnekler” vermeleri ve 3.soruda “önceki matematik öğrenimlerinden periyotla ilgili kavramları” yazmaları istenmiştir. Dördüncü soruda “periyodik fonksiyonun formal tanımı” sorularak imajların tanımla uyumluluk düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Tall ve Vinner’in kavram imajı – kavram tanımı teorisinde

kavram oluşumu aşamalarının yanında uygulama aşamaları da vardır. Öğrenciye bilişsel bir görev veya problem verildiğinde tanım ve imaj hücreleri arasında hangi bağlantıların kurulduğunun (Bkz. Şekil 2.3 - 2.6) belirlenmesi amacıyla PT1 5 ve 6.sorularda öğretmen adaylarına grafik temsilleri verilen fonksiyonların periyodik olup olmadığı sorulmuş ve kendilerinden cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Beşinci soru hazırlanırken Shama'nın (1998) çalışmasından yararlanılmıştır. Shama, çalışmasında bu tür grafikleri “tekrar eden desenlere sahip periyodik olmayan olgular” olarak gruplandırmıştır. Dormolen ve Zaslavsky'ye (2003) göre sabit fonksiyonun tanımı matematikte bir dejenerasyondur, buradan hareketle 6.soruda sabit bir fonksiyona ait grafik temsili verilmiş ve periyodik olup olmadığı sorulmuştur.

PT2'de ise 24 madde bulunmaktadır. Maddelerde bazı fonksiyonların grafik temsilleri verilmiş ve bunlardan hareketle öğretmen adaylarından grafik temsili verilen fonksiyonların cebirsel ifadelerini ve periyodunu yazmaları istenmiştir. Kapsam geçerliğinin yüksek olması için $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ fonksiyonundaki her bilinmeyen (a , b , c , d ve n) için maddeler yazılmıştır. Aynı şekilde $y = d \cdot \cos^n(ax + b) + c$, $y = d \cdot \tan^n(ax + b) + c$ ve $y = d \cdot \cot^n(ax + b) + c$ fonksiyonları için de maddeler yazılmıştır. Sorular dersin öğretim elemanı, uzmanlık alanı analiz olan 3 öğretim üyesi ve 1 matematik eğitimcisiyle tartışılmış ve teste son hali verilmiştir. Tablo 3.2'de araştırmacı tarafından grafik temsilleri verilen fonksiyonlar ve bu grafik temsillerden hareketle öğretmen adaylarının cevaplayacakları madde sayıları görülmektedir.

Tablo 3.2. PT2'de Grafik Temsili Verilen Fonksiyonlar ve İlgili Madde Sayısı

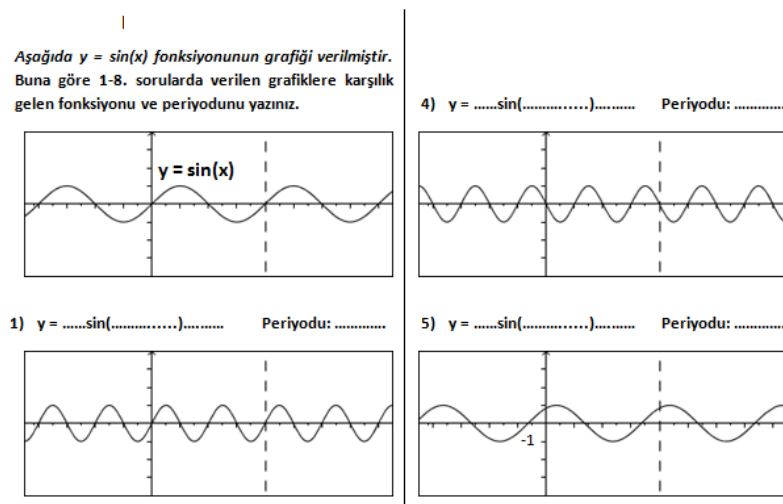
Grafik Temsili Verilen Fonksiyon	İlgili Madde Sayısı
$y = \sin(x)$	8
$y = \cos(x)$	8
$y = \sin^2(x)$	2
$y = \cos^3(x)$	3
$y = \tan(x)$	2
$y = \cot^2(x)$	2

Tablo 3.3'te ise PT2'de $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ve diğer trigonometrik fonksiyonlardaki a , b , c , d ve n bilinmeyenleri için kaçar madde bulunduğu görülmektedir.

Tablo 3.3. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ve Diğer Trigonometrik Fonksiyonlardaki Bilinmeyenler ve PT2'deki İlgili Maddeler

Bilinmeyen	İlgili Maddeler
a	1, 2, 3, 4 ve 21
b	5,6 ve 22
c	7
d	9 ve 10
n	yok
a ve c	8
a ve d	11, 12 ve 24
b ve d	13 ve 14
b , d ve n	20
c ve d	15
c , d ve n	23
d ve n	17 ve 19

Öğretmen adaylarından grafik temsili verilen fonksiyonun hem cebirsel ifadesi hem de periyodunun yazılmasının istendiği teste ait maddelerin puanlaması için dereceli puanlama anahtarı (Bkz. Tablo 3.5) hazırlanmıştır. Buna göre bir maddeden alınabilecek en düşük puan 0 iken en yüksek puan 5'tir. PT2 testindeki bazı maddeler Şekil 3.2'de görülmektedir.



Şekil 3.2. PT2 Testine Ait Bazı Maddeler

Güvenirlilik değerlendirmesi esas araştırma sonuçlarına dayalı yapılır. Ölçek geliştirme sırasında yapılan pilot araştırma sonuçlarında alfa değeri yüksek ya da düşük çıkabilir, ancak her iki sonuç da yanıltıcıdır (Şencan, 2005). Garbin'e (2003) göre pilot araştırma sırasında kendilerine test veya ölçek uygulanan kişiler ölçümü gerçek koşullarda uygulamadıklarından güvenirlik düşük çıkabilir, ölçüm aracının güvenirliğini sadece pilot araştırma sonuçlarına bakarak değerlendirmek prematüre bir karardır (Aktaran: Şencan, 2005). Bu nedenle araştırmamızda esas uygulamaya ait veriler kullanılmış ve testin uygulamasından elde edilen verilerin analizi öncesinde test maddelerinin ayırt edicilik düzeyleri ve madde güçlükleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. PT2 Öntestine Ait Ayırt Edicilik Gücü İndeksleri

Madde No	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
kon1	.623
kon2	.437
kon3	.499
kon4	.733
kon5	.739
kon6	.778
kon7	.486
kon8	.536
kon9	.460
kon10	.512
kon11	.732
kon12	.715
kon13	.776
kon14	.804
kon15	.708
kon16	.000
kon17	.242
kon18	.173
kon19	.363
kon20	.363
kon21	.210
kon22	.396
kon23	.363
kon24	.349

Madde-Toplam korelasyonları .338 ile .804 arasında değişmektedir. Genel olarak, madde-toplam korelasyonu .30 ve daha yüksek olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiği, .20-.30 arasında kalan maddelerin zorunlu görülmesi durumunda teste alınabileceği veya maddenin düzeltilmesi gerektiği, .20'den daha düşük maddelerin ise teste alınmaması gerektiği söylenebilir (Büyüköztürk, 2011). Bu nedenle madde-toplam korelasyonu .20 den düşük olan kon16 ve kon18 maddeleri testten çıkarılmıştır. Kalan sorular için tekrar madde-toplam korelasyonları hesaplandığında, kalan 22 soru için testten elde edilen puanların Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı .904 olarak hesaplanmıştır. Bir başarı testi için bu katsayının 0.70'ten büyük olması beklenir. Bu değer de .70'ten büyük olması, testin güvenilirliğinin, dolayısıyla maddeler arasındaki iç tutarlılığın yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Araştırmanın güvenilirliğini artırmak ve nicel veriyi desteklemek amacıyla araştırmacı tarafından maksimum çeşitlilik yöntemi ile belirlenen öğretmen adaylarıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve sorulara verdikleri cevapların nedenlerine ulaşmaya çalışılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde, araştırmacı tarafından önceden sorulması planlanan soruları içeren bir görüşme formu hazırlanmaktadır. Buna karşın görüşmenin akışına bağlı olarak değişik yan ya da alt sorularla görüşmenin akışı değiştirilebilmektedir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği, sahip olduğu belirli düzeyde standartlık ve esneklik nedeniyle eğitim araştırmalarına uygun bir araştırma tekniğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Görüşmede öğretmen adaylarından öncelikle PT1'deki sorulara verdikleri cevapları açıklamaları istenmiş, gerek görüldüğünde yeni sorular sorularak periyot imajlarına ulaşmaya çalışılmıştır. Bir kimsenin kavram imajı hakkında bilgi edinmek için sorulan dolambaçlı sorular o kişiyi şaşırtmalıdır (Vinner, 1983). Hem veri kaybının önlenmesi hem de kolaylık sağlaması bakımından görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Bu şekilde araştırmacı, soru sorma ve dinleme işlevlerini daha etkili bir biçimde yerine getirebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Görüşmeler sırasında araştırmacı da notlar almış ve bu notlar veri analizinde kullanılmıştır. Kontrol grubuna dersin öğretim üyesi tarafından geleneksel öğretim yapılırken deney grubuna önceden hazırlanmış yapılandırılmış etkinlikler eşliğinde GeoGebra yazılımı yardımıyla

interaktif uygulamalar yaptırılmıştır. Altı ders saati süren uygulamaların ardından kontrol ve deney gruplarına sontest olarak PT1 ve PT2 tekrar uygulanmış ve öntestten sonra görüşülen öğretmen adaylarıyla yeniden görüşülmüştür. Görüşmeler yaklaşık 20 dakika sürmüştür.

3.4. Veri Analizi

Nicel verilerin analizinde SPSS 20.0 kullanılmıştır. PT2 testine verilen cevaplar dereceli puanlama anahtarı ile nicel veriye dönüştürülmüş ve betimsel istatistikler çıkarılmıştır. Dereceli puanlama anahtarı Tablo 3.5'te sunulmuştur.

Tablo 3.5. Dereceli Puanlama Anahtarı

Aldığı Puan	Değerlendirme Ölçütü
5	Cebirsel gösterim doğru ve periyot doğru bulunmuş
4	Periyot doğru ve cebirsel gösterimde doğru kısımlar var
3	Cebirsel gösterim doğru ama periyot yanlış bulunmuş
2	Periyot doğru bulunmuş ama cebirsel gösterim yanlış
1	Cebirsel gösterimde doğru kısımlar var ama periyot yanlış bulunmuş
0	Cebirsel gösterim yanlış ve periyot yanlış bulunmuş

Deney ve kontrol gruplarının öntest puanları kontrol edildiğinde PT2 sontest puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için ANCOVA (Analysis of Covariance, Kovaryans Analizi) kullanılmıştır. ANCOVA, bir araştırmada etkisi test edilen bağımsız değişkenin dışında bağımlı değişken ile ilişkisi bulunan ve ortak değişken (covariates) olarak isimlendirilen başka değişken ya da değişkenlerin istatistiksel olarak kontrol edilmesini sağlayan bir tekniktir. ANCOVA'ya genellikle öntest-sontest kontrol gruplu desenlerde, deney ve kontrol grubunun sontest ölçümleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını test etmek için başvurulmaktadır. Burada öntest ölçümleri ortak değişken olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 1998).

Büyüköztürk'e (1998) göre, doğru bir şekilde uygulandığında ANCOVA'nın basit ANOVA'ya göre iki temel avantajı vardır: (a) hata varyansını azaltması nedeniyle daha büyük bir istatistiksel güç sağlaması ve (b) bir deneyin başlangıcında

gruplararası farkların olduğu durumlarda deneydeki yanlılıkta bir azalma sağlamasıdır.

ANCOVA ile etki genişliği indeksi (kısmi eta-kare) korelasyon oranı (eta-kare, η^2) da hesaplanır. Bu değerler bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne derece etkili olduklarını yorumlamada kullanılır (Büyüköztürk, 2008). Eta-kareler “yüzde kaç etki ediyor?” sorusuna cevap verir (Akdağ, 2008). Eta-kare değerinin .01, .06 ve .14 olması sırasıyla küçük (small), orta (medium) ve geniş (large) etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Büyüköztürk vd., 2010).

Çalışmada ANCOVA'nın varsayımları olan varyansların homojenliği (Levene testi, $p>.05$) ve regresyonların homojenliği ($p>.05$) sağlanmıştır (Büyüköztürk, 1998).

Öntest olarak uygulanan PT1 ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel verilerin analizinde içerik analizinden faydalanılmıştır. İçerik analizi nitel analiz yöntemlerinden biridir. Bu analiz türünde araştırmacı bir metinde veya metinler grubu içerisinde yer alan belirli kelime veya kavramların bulunma durumunu inceler; ayrıca betimsel analiz yoluyla yorumlanan bilgiler içerik analizi ile daha fazla irdelenir ve betimsel analiz sonucu fark edilemeyen kavram ve temalar içerik analiz sonucunda ortaya konulabilir (Şencan, 2005). İçerik analiziyle elde edilen veriler analiz edildiğinde, öğretmen adaylarının periyotla ilgili imajlarında belli ayrışımın olduğu fark edilmiş ve bu ayrışım göz önüne alınarak benzer özellikteki imajları temsil eden temalar belirlenmiştir.

Uygulama sonrasında sontest olarak uygulanan PT1 ve görüşmelerden sonra yeniden içerik analizi yapılmış ve öğretmen adaylarının PT1'deki sorulara verdikleri cevaplar arasında farklılaşmalar olduğu görülmüştür. Bu farklılaşmaların anlamlı olup olmadığına Ki-Kare Testi ile bakılmıştır. İki değişken için Ki-Kare testi, iki sınıflamalı (kategorik) değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını test eder. İki değişken arasında ilişkinin olması, bir değişkenin düzeylerindeki cevapların diğer değişkenin düzeylerinde farklılaştığını gösterir (Büyüköztürk, 2010). Bu çalışmada bazı temaların frekans değerleri 5'ten küçük olduğu için Pearson Ki-Kare Testi yerine Ki-Kare testlerinden Fisher Kesin Testi kullanılmıştır. Pearson Ki-Kare testi

için örneklem sayısı 5'ten küçükse Fisher Kesin Testi (Fisher Exact Test) kullanılır (Şencan, 2005).

Bulguların güvenilirliğini ve geçerliğini desteklemek amacıyla görüşmelerden alıntılara yer verilmiştir. PT1 testinin her sorusuna ait veriler araştırmacıdan başka iki uzman tarafından da araştırmacı tarafından oluşturulan temalarla eşleştirilmiş, hatta kendilerine gerek gördükleri takdirde yeni temalar oluşturabilecekleri de söylenmiştir. Oluşturulan temaların ne derece uyduğu (Cohen) Kappa Katsayısı ile bakılmıştır. Cohen Kappa Katsayısı şans faktörünün etkisini azaltmaya çalıştığı için uyuma yüzdesinden daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Kappa Katsayısı .20'den küçükse zayıf uyuma, .20-.40 arasında ise kabul edilebilir uyuma, .40-.60 arasında ise orta derecede uyuma, .60-.80 arasında ise iyi uyuma ve .80'den büyükse çok iyi uyuma olduğu söylenebilir (Şencan, 2005). Çalışmada Kappa Katsayısı .70 olarak bulunduğundan puanlayıcılar arasında iyi bir uyum olduğu söylenebilir.

3.5. İşlem

Uygulama öncesinde öğretmen adaylarına GeoGebra yazılımının kullanımı ile ilgili 2 saatlik bir uygulama yaptırılmıştır. Asıl uygulamalar ise bilgisayar laboratuvarında 6 ders saatinde yapılmıştır. İlk seansta $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ fonksiyonunda her bir bilinmeyen (a , b , c , d ve n) fonksiyonun grafiğine etkisi öncelikle GeoGebra yardımıyla öğretmen adayları tarafından gözlenmiş ve eşzamanlı olarak yapılandırılmış etkinlikler uygulanarak sonuçlar kaydedilmiştir. Aynı işlemler $y = d \cdot \cos^n(ax + b) + c$, $y = d \cdot \tan^n(ax + b) + c$ ve $y = d \cdot \cot^n(ax + b) + c$ fonksiyonları için de tekrarlanmış ve uygulama sonunda bahsedilen bilinmeyenlerin fonksiyonun grafik temsili üzerindeki etkisi gözlenerek fonksiyonun periyodu ile ilgili genellemelere ulaşılmıştır. Şekil 3.3 ve 3.4'te yapılan etkinliklerden örnekler sunulmuştur.

1) **a'nın etkisi:** Programı kullanarak aşağıdaki fonksiyonları çizdiriniz ve periyotlarını belirleyiniz.

fonksiyon, $y=f(x)$	periyodu
$\sin(x)$	
$\sin(2x)$	
$\sin(3x)$	
$\sin(x/2)$	
$\sin(x/3)$	
$\sin(-x)$	
$\sin(-2x)$	
$\sin(ax)$	

a'nın grafik üzerindeki etkisi:

periyot üzerindeki etkisi:

Şekil 3.3. Bir Etkinlik Örneği

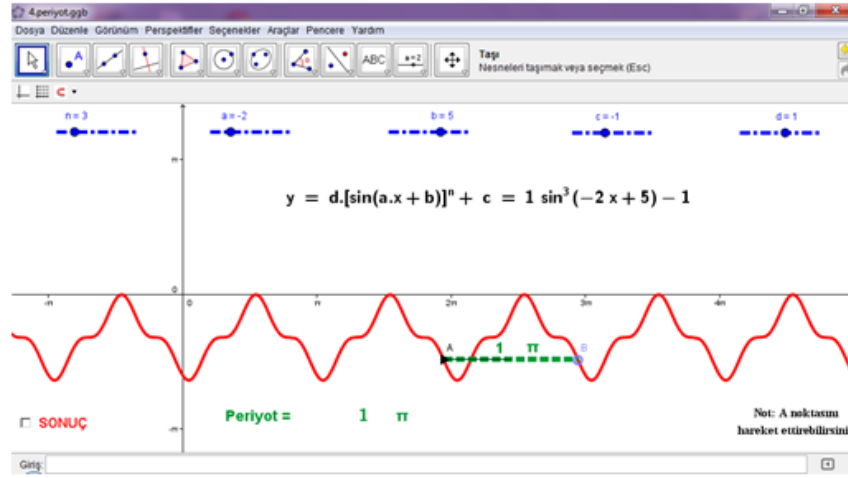
Şimdi de \sin ve \cos fonksiyonlarının periyot bağıntılarını elde edelim.

fonksiyon, $y=f(x)$	periyodu
$y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$	n tekse;
	n çiftse;
$y = d \cdot \cos^n(ax + b) + c$	n tekse;
	n çiftse;

Şekil 3.4. Bir Etkinlik Örneği

İkinci uygulamada aynı etkinlikler GeoGebra'nın Sürgü özelliği kullanılarak yapılmıştır. Birinci uygulamada bilinmeyenler ayrı ayrı ele alınırken ikinci uygulamada sürgü sayesinde tüm bilinmeyenler art arda değiştirilebilmiş ve fonksiyonun periyodu ile ilgili genellemelere yeniden ulaşılmıştır. Şekil 3.5'te ikinci uygulamadaki etkinliklere ait bir ekran görüntüsü görülmektedir.

1) $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ifadesinde a, b, c, d ve n olmak üzere beş parametre vardır. Şimdi bu parametrelerin fonksiyonların grafik ve periyotları üzerindeki etkisini bulmak için GeoGebra'da "sürgü"ler oluşturup hareket ettirelim.



Şekil 3.5. Sürgü ile Yapılan Bir Etkinlik

Üçüncü ve son seansta ise periyodik fonksiyonların formal tanımlarına ve esas periyodun tanımına ulaşılmaya çalışılmıştır. Şekil 3.6'da periyodik fonksiyonların hangi şartları sağladığını yapılandırmaya yönelik etkinlik görülmektedir.

Şimdi aşağıdaki fonksiyonları çizdirelim ve grafiklerini üstteki grafikle karşılaştıralım.

fonksiyon	elde edilen grafik $y=\sin(x)$ grafiği ile aynı mı?
$\sin(x+\pi)=\sin(x+\pi)$	
$\sin(x+2\pi)$	
$\sin(x+3\pi)$	
$\sin(x+4\pi)$	
$\sin(x-\pi)$	
$\sin(x-2\pi)$	
$\sin(x-3\pi)$	
$\sin(x-4\pi)$	

$\sin(x) = \sin(x+2\pi) = \sin(x+4\pi) = \dots = \sin(x+2k\pi)$, ($k \in \mathbb{Z}$) olduğunu fark ettik.

Genelleme yapacak olursak, periyodik bir fonksiyon sizce hangi şartları sağlamalıdır?

Şekil 3.6. Periyodik Bir Fonksiyonun Sağlaması Gereken Şartlar

BÖLÜM 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine ait bulgular nitel ve nicel sınıflaması şeklinde sırasıyla sunulmuştur.

4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, “Periyot kavramı ile ilgili ilköğretim matematik öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram imajları nelerdir?” şeklindedir. Bu soruya cevap bulabilmek için ilköğretim matematik öğretmen adaylarına uygulanan deney öncesi açık uçlu sorulardan oluşan 6 soruluk öntest (PERİYOT TESTİ 1, PT1) ile aynı soruların kullanıldığı yarı yapılandırılmış görüşmelerden faydalanılmış ve bulgular üç başlık halinde incelenmiştir:

4.1.1. Öğretmen adaylarının genel anlamda sahip oldukları periyot imajları

4.1.2. Günlük hayat imajları, lisans öncesi seviyelerde periyot kavramının ilişkili olduğu konular bağlamında imajlar ve formal tanıma ilişkin imajlar

4.1.3. Fonksiyonların görsel temsilleri ve imaj ilişkisi

Bu başlıklara ait bulgular aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

4.1.1. Öğretmen Adaylarının Genel Anlamda Sahip Oldukları Periyot İmajları

Öğretmen adaylarının periyotla ilgili genel anlamda sahip oldukları kavram imajlarının belirlenmesi için kendilerine öntest olarak uygulanan PT1’de 1.soru olarak “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-3) neticesinde elde edilen temalara ait frekans ve yüzdeler Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 1.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları

Sıra No	Periyot Kavramını Açıklayan Temalar	Kontrol G. Öntest		Deney G. Öntest		Toplam Öntest	
		n	%	n	%	n	%
1	Belirli aralıklarla tekrarlanan olay	23	77	11	39	34	59
2	Bir olayın tekrarlanması için geçen süre	1	3	7	25	8	14
3	Bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık	5	17	6	21	11	19
	Diğer	1	3	4	15	5	8
	Toplam	30	100	28	100	58	100

Öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarını belirlemek amacıyla kendilerine PT1 1.soruda “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde, öğretmen adaylarının periyotla ilgili imajlarında belli ayrışımaların olduğu fark edilmiş ve bu ayrışımalar göz önüne alınarak benzer özellikteki imajları temsil eden temalar belirlenmiştir.

PT1’deki birinci soruya verilen cevaplardan hareketle birinci tema “belirli aralıklarla tekrarlanan olay” olarak belirlenmiştir. Uygulama öncesinde kontrol grubunun %77’si ve deney grubunun %39’u olmak üzere tüm öğretmen adaylarının %59’u bu imaja sahiptir. Bu temaya alınan “belirli bir süreç içerisinde bir olayın tekrarlanması”, “bir olayın belli bir aralıkta tekrar etmesi”, “bir olayın günlük, aylık ve yıllık olarak tekrar etmesi”, “bir işin belli zaman aralıklarında yapılması” vb. imajlarından anlaşılacağı üzere, öğretmen adayları burada periyot kavramından değil de *periyodik olay* kavramından bahsetmektedir. Dormolen ve Zaslavsky’ye (2003) göre, periyodik bir fonksiyon belirli bir zamanda, belirli bir sayıda veya belirli bir aralıkta kendini tekrar eden olayları tasvir eder. Öntest sonunda yapılan görüşmelerde de bu durumu açığa çıkaracak sorular sorulmuştur. Bu soruya “belli aralıkta tekrar eden düzenektir” yanıtını veren K3-G kodlu öğretmen adayına “*düzenek*” kelimesiyle neyi kastettiği sorulmuş ve “*burada düzenek derken belli bir düzeni olan, sürekli tekrar eden olaylardır demek istedim*” ifadesini kullanmıştır. K10-G kodlu öğretmen adayı ise “belirli aralıklarla tekrarlanan şeyler” olan cevabını açıklarken “*belli bir kritere göre sürekli devam etmesi periyottur*” ifadesini kullanmıştır. Shama, (1998) matematik derslerinde öğretmenlerin periyodik bir olguyu/olayı ilk kez anlatırken periyodik süreçleri kullandığını ifade eder. Örneğin

trigonometrik fonksiyonlar anlatılırken önce periyodik bir süreç olan birim çember anlatılır. Bu nedenle öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajı hücrelerinde (Tall ve Vinner, 1981) periyot ile periyodik olayın birlikte bulunduğu söylenebilir. Bu da Dormolen ve Zaslavsky'nin (2003) "periyodik bir fonksiyonun tanımını genellikle periyodik bir fonksiyonun periyodunun tanımı takip eder" iddiasını desteklemektedir. Bu durumu destekleyen bir öğretmen adayının verdiği cevap Şekil 4.1'de görülmektedir.

1) Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?

Herhangi bir durumun belli bir süre içerisinde kendini tekrara geçmesi periyodik bir olaydır.

Şekil 4.1. K1-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 1.Soruya Verdiği Cevap

PT1'deki birinci soruya verilen cevaplardan hareketle oluşturulan ikinci tema "bir olayın tekrarlanması için geçen süre" olup uygulama öncesinde kontrol grubunun %3'ü ve deney grubunun %25'i olmak üzere tüm öğretmen adaylarının %14'ü bu imaja sahiptir. Dormolen ve Zaslavsky'ye (2003) göre, periyodik bir fonksiyonun kendini tekrar ettiği "belirli bir zaman" ifadesi fonksiyonun *periyodu* olarak adlandırılır. Bu soruya cevap olarak verilen "herhangi bir cismin belirli bir eksen çizerek bir tam turu tamamlama süresi", "bir tam tur için geçen süre", "bir tam salınım için, bir tam dönme için geçen süre" ve "herhangi bir durumun düzenli olarak gerçekleşme süresi" imajlarını temsil eden "bir olayın tekrarlanması için geçen süre" teması, Dormolen ve Zaslavsky'nin periyot tanımına uymaktadır.

Hem birinci tema hem de ikinci temaya ait kodlar birlikte incelendiğinde öğretmen adaylarına ait imajların çoğunun zaman kavramı ile ilgili olduğu görülmektedir. Birinci temadaki imajlardan 24 tanesi ve bu temadaki imajların 8 tanesi olmak üzere toplamda 56 imajın 32'si yani %55'i zaman kavramıyla ilgilidir. Örneğin D11-G kodlu öğretmen adayı, kendisiyle yapılan görüşmede "*periyot denince aklıma süre ve zaman gelir hemen*" ifadesini kullanmıştır. Günlük hayattaki

periyodik olayların çoğu zaman kavramına bağlıdır, bu nedenle periyotla ilgili imajlar genellikle zaman kavramıyla ilişkili olur (Shama, 1998). Periyot kelimesinin Türk Dil Kurumu tarafından “dönem, devir” olarak ifade edilmesi bu durumu desteklemektedir (Güncel Türkçe Sözlük, 2012). Benzer şekilde D25 kodlu öğretmen adayı da periyot imajını zaman kavramı ile ilişkilendirmiştir (Bkz. Şekil 4.2)

1) Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?
 Bir tur için gereken
 süredir.

Şekil 4.2. D25 Kodlu Öğretmen Adayının Önteste 1.Soruya Verdiği Cevap

Bu soruya verilen cevaplardan hareketle oluşturulan üçüncü tema “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” olup uygulama öncesinde kontrol grubunun %17’si ve deney grubunun %21’i olmak üzere tüm öğretmen adaylarının %19’u bu imaja sahiptir. Bu temada toplanan “düzenli aralıklar”, “tekrarlanan aralık”, “devam eden bir yolda alınan eşit aralıklar”, “bir saniyede alınan yol” imajlarından anlaşılacağı üzere, öğretmen adayları burada periyot kavramını bir olayın tekrarlandığı aralık olarak ifade etmektedirler. Dormolen ve Zaslavsky’ye (2003) göre periyodik bir fonksiyonun kendini tekrar ettiği “belirli bir aralık” ifadesi fonksiyonun periyodudur.

Öğretmen adaylarının “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların %25’inde fizikle ilgili kavramlar bulunmaktadır. “Frekansın tersidir”, “bir saniyede aldığı yol”, “herhangi bir cismin belirli bir eksen çizerek bir tam turu tamamlama süresi”, “bir tam tur için geçen süre” ve “fizikteki alınan yol ile ilgili kavram” bunlardan bazılarıdır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde bu durum öğretmen adaylarına sorulmuş ve görüşmelerde elde edilen verilerden hareketle öğretmen adaylarının imajlarının ilköğretimden lisansa kadar aldıkları fizik eğitimi ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları fiziksel olaylarla şekillendiği söylenebilir. Vinner ve Dreyfus (1983), kavram imajının kavram tanımının yanı sıra kavramla ilgili örneklerden ve öğrencinin deneyimlerinden de şekillendiğini ifade eder.

Bu soruya verilen cevapların ve öntestten sonra yapılan görüşmelerin analiz edilmesiyle, öğretmen adaylarının periyot imajları %59 ile “belirli aralıklarla

tekrarlanan olay”, %14 ile “bir olayın tekrarlanması için geçen süre” ve %19 ile “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” olarak belirlenmiştir. Bu üç tema öğretmen adaylarının imajlarının %92’sini temsil etmektedir. Tablo 4.1.’de “diğer” olarak belirtilen %8’lik kısımda ise bu soruyu yanıtlamayan adayların yanı sıra “birim zamanda yapılan iş”, “bir şeyin kısımlara ayrılması” ve “otogarda otobüslerin durduğu yer” gibi periyot kavramına uygun olmayan imajlar bulunmaktadır. Bu cevaplar, imaj hücresinde o kavramla ilgili olmayan veya o kavrama uygun olmayan imajların da bulunabileceğini göstermektedir (Gülkılık, 2008).

4.1.2. Günlük Hayat İmajları, Lisans Öncesi Seviyelerde Periyot Kavramının İlişkili Olduğu Konular Bağlamında İmajlar Ve Formal Tanıma İlişkin İmajlar

4.1.2.1 Günlük Hayat İmajları

Öğretmen adaylarının periyotla ilgili sahip oldukları günlük hayat kavram imajlarının belirlenmesi için kendilerine PT2’de 2.soru olarak “Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.” sorusu sorulmuştur.

Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-4) neticesinde elde edilen temalara ait frekans ve yüzdeler Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 2.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları

Sıra No	Günlük Hayat İmajları	Kontrol G. Öntest		Deney G. Öntest		Toplam Öntest	
		n	%	n	%	n	%
1	Zaman kavramı	18	51	10	32	28	42
2	Düzenli olarak yapılan işler	13	37	8	26	21	32
3	Basketboldaki Periyot	0	0	7	23	7	11
4	Fizikteki Periyot	4	12	2	6	6	9
	Diğer	0	0	4	13	4	6
	Toplam	35	100	31	100	66	100

Bu soruya verilen cevaplardan hareketle elde edilen birinci tema “zaman kavramı” olup uygulama öncesinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının %51’i ve deney grubundakilerin %32’si olmak üzere araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %42’si bu imaja sahiptir. “Mevsimlerin oluşması”, “haftanın 7 günde başa dönmesi”, “gece gündüz”, “gelgit olayı” vb. imajlar “zaman kavramı” teması altında toplanmıştır. Bu imaja sahip öğretmen adaylarından K3-G ve K15-G ile yapılan görüşmelere ait bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Görüşmeci: *“Saatin kadranının dönmesi, mevsimlerin oluşması, haftanın 7 günde başa dönmesi” yazmışsın. Bunu yazarken ne düşündün?*

K3-G: *Sürekli tekrar eden şey periyotsa bir gün de periyottur; saati (dijital değil normal saati) düşünürsek günde iki kere tekrar eder. Aynı şekilde mevsimler 6 ayda ve hafta 7 günde bir tekrar eder.*

Görüşmeci: *“Haftanın günleri, gece gündüz” yazmışsın. Bunu biraz açar mısın?*

K15-G: *Birinci soruya cevap olarak belli aralıklarla aynı şekilde devretme yazmıştım. Böyle düşününce haftanın günleri ve gece gündüz birer periyot örneğidir. Buna hafta, ay ve yılı da ekleyebiliriz. Bence bir şeyin periyodik olması için içinde periyot kelimesinin geçmesi gerekmiyor.*

Burada öğretmen adaylarının günlük hayattan periyot örneği verirken periyodik olaylardan bahsettiği görülmektedir. Shama’nın (1998) da belirttiği gibi günlük hayattaki periyodik olayların çoğu zaman kavramına bağlıdır, imajların %42’sinin gece, gündüz, mevsim, yıl gibi zaman kavramlarıyla ilgili olması bunu desteklemektedir.

“Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.” sorusuna verilen cevaplardan hareketle elde edilen ikinci tema “düzenli olarak yapılan işler” olup uygulama öncesinde kontrol grubunun %37’si ve deney grubunun %26’sı olmak üzere tüm öğretmen adaylarının %32’si periyotla ilgili günlük hayattan bu imaja sahiptir. “Periyodik olarak günde üç öğün yemek yenmesi”, “dişlerin üç defa fırçalanması” (Bkz. Şekil 4.2), “belli periyotlarla alınan ilaçlar” ve “otobüslerin geçme aralıkları” “düzenli olarak yapılan işler” temasında toplanan imajlardır.

2) Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.

Günlük periyodik olarak
3 defa dişimizi fırçala-
lıyoruz.

Şekil 4.2. D25 kodlu öğretmen adayının öntestte 2.soruya verdiği cevap

Tall ve Vinner'a (1981) göre uyandırılmış (evoked) kavram imajı belirli bir zamanda aktif olan imajdır ve başka zamanlarda pasif olabilmektedir. Bu soruya *"her yıl periyodik olarak yılbaşı kutlanır"* cevabını veren K20-G kodlu öğretmen adayı, bunu neden yazdığı sorulduğunda *"düzenli olarak yaptığımız bir iş, güncel olduğu için yazdım"* cevabını vermiştir. Öğretmen adayının günlük hayattan periyot örneği olarak görüşmenin yapıldığı günden birkaç gün önce kutlanan yılbaşı örneğini vermesi, Tall ve Vinner'a göre uyandırılmış kavram imajıyla açıklanabilir.

Verilen cevaplardan hareketle üçüncü tema "basketboldaki periyot" olarak belirlenmiştir. Uygulama öncesinde kontrol grubunda bu imaja sahip hiçbir öğretmen adayı yokken deney grubundakilerin %23'ü bu imaja sahiptir, toplamda ise tüm öğretmen adaylarının %11'i bu imaja sahiptir. Bu imaja sahip öğretmen adaylarından D26-G, bunu neden yazdığını açıklaması istendiğinde, *"hani basketbol maçlarında 1.periyot, 2.periyot, 3.periyot oluyor ya, süreleri eşit oluyor"* açıklamasını yapmıştır.

Dördüncü tema "fizikteki periyot" olarak belirlenmiştir. Uygulama öncesinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının %12'si ve deney grubundakilerin %6'sı olmak üzere araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının %9'u bu imaja sahiptir. K10-G kodlu öğretmen adayı, kendisiyle yapılan görüşmede bu soruya neden "yay dalgası" örneğini verdiği sorulduğunda *"Soruların şekilleri bana yay dalgalarını anımsattı, en kolay örneği buydu. Yay dalgaları sallandıktan sonra eski halini alıyor. Geçen sene fizikte görmüştük"* yanıtını vermiştir. Bu da bir önceki bölümde öğretmen adaylarının periyot imajlarının belirlendiği "Periyot kavramından ne anlıyorsunuz" sorusuna verilen cevapların %25'inde fizikle ilgili kavramların bulunması gibi Vinner ve Dreyfus'un (1983) kavram imajının kavram tanımının yanı

sıra kavramla ilgili örneklerden ve öğrencinin deneyimlerinden de şekillendiği fikrini desteklemektedir.

2) Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.

★ Otobüslerin belli aralıklarla gelmesi

★ Basit sarkacın hareketi

Şekil 4.3. D19 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 2.Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.3'te de görüldüğü gibi bazı öğretmen adayları birkaç temada toplanan imajlara sahiptir. Kontrol grubundan 4 öğretmen adayının cevabı hem “zaman kavramı” hem “düzenli olarak yapılan işler” temasına alınmıştır. Deney ve kontrol grubundan birer cevap hem “zaman kavramı” hem “Fizikteki Periyot” temasına alınmıştır. Deney grubundaki bir cevap hem “zaman kavramı” hem “basketboldaki periyot” temasına alınmıştır. Deney grubundaki bir cevap hem “Basketboldaki Periyot” hem “Fizikteki Periyot” temasına alınmıştır. Bu da bazı öğretmen adaylarının diğerlerine göre daha zengin imajlara (Delice ve Sevimli, 2011) sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 4.2'de “Diğer” olarak belirtilen %6'lık kısımda ise bu soruyu yanıtlamayan adayların yanı sıra “birim çember” gibi periyot kavramına uygun olmayan bir imaj da bulunmaktadır.

Her ne kadar birinci tema %42 ile “zaman kavramı”, ikincisi %32 ile “düzenli olarak yapılan işler” ve üçüncüsü %11 ile “basketboldaki periyot” olarak belirlenmiş olsa da bunlar zaman kavramıyla ilgili imajlardır. Böylece verilen örneklerin toplamda %85'i zaman kavramıyla ilgili olup bu oran Shama'nın (1998) çalışmasında elde edilen %93 oranı ile uyumludur. Bu da Shama'nın hayattaki periyodik olayların çoğunun zaman kavramına bağlı olduğu ve bu nedenle periyotla ilgili imajların genellikle zaman kavramıyla ilişkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

4.1.2.2 Lisans Öncesi Seviyelerde Periyot Kavramının İlişkili Olduğu Konular Bağlamında İmajlar

Bu başlık altında öğretmen adaylarının lisans öncesi düzeyde periyot kavramı ile konuları ilişkilendirmeleri bağlamında imajları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla kendilerine PT2’de 3.soru olarak “İlköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazınız.” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-5) neticesinde elde edilen temalara ait frekans ve yüzdeler Tablo 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 3.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları

Sıra No	Periyot Kavramı İle İlgili Lisans Öncesi Konular	Kontrol G. Öntest		Deney G. Öntest		Toplam Öntest	
		n	%	n	%	n	%
1	Trigonometri	29	76	15	48	44	64
2	Fizikteki Periyot	3	8	4	17	7	11
	Diğer	6	16	12	35	18	25
	Toplam	38	100	31	100	69	100

Bu soruda öğretmen adaylarından ilköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazmaları istenmiştir. Verilen cevapların analiz edilmesiyle oluşturulan birinci tema “trigonometri” olup uygulama öncesinde kontrol grubunun %76’sı ve deney grubunun %48’i olmak üzere araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının %64’ü bu imaja sahiptir. Öğretmen adayları, “trigonometri”, “trigonometrik fonksiyonların grafikleri”, “esas ölçü” vb. cevaplar yazmışlardır. Öntestten sonra yapılan görüşmelerde bazı öğretmen adayları akıllarına o an trigonometri geldiği için başka bir cevap düşünmediklerini, bazıları fizikteki konuların geldiğini ama soruda matematikle ilgili olanlar sorulduğu için yazmadıklarını (örn. K1-G), bazıları da diğer konuları düşündüklerini ama bulamadıklarını (örn. K27-G ve D11-G) ifade etmişlerdir. Şekil 4.4’te bir öğretmen adayına ait cevap görülmektedir.

- 3) ilköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazınız.

Trigonometrik fonksiyonların grafikleri
($\sin x$, $\cos x$)

Şekil 4.4. K10-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 3.Soruya Verdiği Cevap

Öğretmen adayları, önceki öğrenimlerinden periyot kavramını genellikle trigonometride kullandıkları için kavram imajlarının olduğu hücrede (Vinner, 1983) trigonometri kavramının öncelikli bir yer işgal ettiği söylenebilir. NCTM'ye (1989) göre, periyot kavramına tüm matematik programlarında rastlanır ve Shama (1998), periyodik kavramların okul öncesinde oyunlarda, ilköğretimde geometrik dönüşümlerde, sayı kavramında ve devirli ondalık sayılarda ve ortaöğretimde trigonometri ve karmaşık sayılarda öğretildiğini ifade etmektedir. Bu durumda trigonometri haricindeki konuların araştırmaya katılan öğretmen adaylarının periyot imajlarında yer almadığı ya da böyle olmasa bile o an için uyandırılmamış (Tall ve Vinner, 1981) olduğu düşünülebilir.

Soruda ilköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot ile ilişkisi olan kavramlar sorulmasına rağmen bazı öğretmen adayları fizikle ilgili cevaplar vermiştir. Bu cevaplar da bir imaj belirttiğinden değerlendirmeye alınmıştır. Bu cevaplar bir arada düşünüldüğünde ikinci tema “fizikteki periyot” olarak belirlenmiştir. Uygulama öncesinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının %8'i ve deney grubundakilerin %17'si olmak üzere tüm öğretmen adaylarının %11'i bu imaja sahiptir. Şekil 4.5'te imajı “fizikteki periyot” temasına dâhil edilen bir öğretmen adayının cevabı görülmektedir.

- 3) ilköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazınız.

Ortaöğretimde sarkaçları yolları (harmonik hareketi) trigonometriyi dalgaları öğrenirken periyot ile ilişki kurduk.

Şekil 4.5. K3-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 3.Soruya Verdiği Cevap

Kavram imajı sözel ve kapalıdır (Vinner, 1983), bu nedenle araştırmacı tarafından K1-G kodlu öğretmen adayına bütün matematik programını düşünüp düşünmediği, hatta özel olarak doğal sayıları düşünüp düşünmediği sorulmuştur. Öğretmen adayı da doğal sayıların başa dönmediği için periyodik olmadığını söylemiştir, bu da aynı öğretmen adayının periyot kavramından ne anladığının sorulduğu PT1 1.soruda verdiği “herhangi bir durumun belli bir süreç içerisinde kendini tekrar geçmesi” cevabıyla tutarlı bir cevap verdiğini göstermektedir.

Tablo 4.3'te “diğer” olarak belirtilen %26'lık kısımda ise bu soruyu yanıtlamayan adayların yanı sıra “hareket problemleri”, “fonksiyon grafikleri”, “tam sayılar”, “çokgenler”, “hayat bilgisi”, “zaman kavramı” ve “oran-orantı” gibi cevaplar bulunmaktadır. D18-G ve D21-G kodlu öğretmen adayları, dairesel pist sorularında hareketlilerin pist etrafında sabit sürelerde tur attıklarını, bunun da periyot örneği olduğunu söylemişlerdir. D19-G kodlu öğretmen adayı, trigonometrik olmayan fonksiyonların da periyodik olabildiğini ifade etmiştir. Bu imajlar periyot tanımıyla tutarlıdır. “tam sayılar”, “çokgenler”, “hayat bilgisi”, “zaman kavramı” ve “oran-orantı” cevapları ise periyot kavramına uygun olmayan imajlardır.

4.1.2.3 Formal Tanıma İlişkin İmajlar

Vinner'a göre kavram imajı ve kavram tanımı farklı hücrelerdir ancak Tall'a göre kavram tanımı yazılabilen ve söylenebilen kelimelerden oluştuğu için zihindeki tüm kavram imajının bir parçasıdır (Tall, 2013). Bu soru analiz edilirken Tall'un yaklaşımı esas alınmış, yani kavram tanımı için verilen cevaplar da birer imaj olarak değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarının periyot kavramının formal tanımına ilişkin kavram imajlarının belirlenmesi amacıyla PT2'de 4.soru olarak “Periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımını yapınız.” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-6) neticesinde elde edilen temalara ait frekans ve yüzdeler Tablo 4.4'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 4.Soruya Verdiği Cevaplara Ait Temalar ve Frekansları

Sıra No	Formal Tanım/İmaj Uyum Durumu	Kontrol G. Öntest		Deney G. Öntest		Toplam Öntest	
		n	%	n	%	n	%
1	Periyot tanımıyla uyumlu imajlar	13	43	5	17	18	31
2	Tanımla kısmen uyumlu / tamamlanmamış imajlar	1	3	4	13	5	9
3	Periyot kavramına uygun olmayan imajlar	2	7	1	3	3	5
	<i>Cevap verilmemiş</i>	14	47	18	67	32	55
Toplam		30	100	28	100	58	100

Periyot kavramının formal tanımı, “Her x değeri için $f(x)=f(x+T)$ eşitliğini sağlayan fonksiyona ($T > 0$) periyodik fonksiyon denir. Bu şartı sağlayan en küçük T sayısına fonksiyonun periyodu denir.” (Thomas, 2010) şeklindedir. Bu soruya verilen cevapların analiziyle öğretmen adaylarının periyot imajlarının formal tanımla ne kadar uyumlu olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulama öncesinde hiçbir öğretmen adayı periyodik fonksiyonun formal tanımını yazamamıştır. Soruyu 58 öğretmen adayından 29’u yani %55’i cevaplamamıştır. Yapılan görüşmelerde matematiksel bir tanım yazamadıkları için soruyu boş bıraktıklarını ifade etmişlerdir.

Verilen cevapların analiz edilmesiyle, kontrol grubunun %43’ü ve deney grubunun %17’si olmak üzere öğretmen adaylarının %31’inin periyot tanımıyla uyumlu imajlar geliştirdiği görülmüştür. “Verilen fonksiyonu kuralına göre işlem yaptığımız, belli aralıkların sonunda görüntü kümesinin belli elemanlarına yinelenerek tanımlanıyorsa periyodik fonksiyondur”, “grafliğini çizdiğimizde aynı şekli sabit aralıklarla yineliyorsa periyodiktir” ve “periyodik fonksiyon belirli olan aralıklarda aynı değeri alan fonksiyondur” imajlarının ortak özelliği, fonksiyonun tanım kümesinin sabit aralıklarında aynı değerleri aldığını ifade etmeleridir ve bu da periyodik fonksiyonun tanımıyla örtüşmektedir. “Tanım kümesinin eşit aralıklarında, görüntü kümesinin eşit aralıklarla değer aldığı fonksiyondur.” (Bkz. Şekil 4.6) cevabını yazan K3-G kodlu öğretmen adayına bunu yazarken ne düşündüğü sorulduğunda, “aklıma periyodik bir fonksiyonun grafiği getirdim, öyle yazdım cümleyi” yanıtını vermiştir. Burada öğretmen adayının periyot imajında bir grafiğin bulunduğu ve tanım yazması istendiğinde bu imajdan yararlandığı görülmektedir. Vinner’a (1983) göre sezgisel düşünce ile öğretimin ön planda olduğu bir ortamda

öğrenci, verilen problemi çözerken önce kavram imajına başvurur, daha sonra kavram tanımı yardımı ile problemi çözer (Bkz. Şekil 2.5). Burada da öğretmen adayının kavramın genel imajından hareketle tanıma ilişkin bir imaj geliştirdiği görülmektedir.

4) Periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımını yapınız.

Tanım kümesinin eşit aralıklarında, görüntü kümesinin eşit aralıklar la değer aldığı fonksiyona periyodik fonksiyon denir.

Şekil 4.6. K3-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 4.Soruya Verdiği Cevap

Verilen cevaplardan hareketle, kontrol grubunun %3'ü ve deney grubunun %13'ü olmak üzere öğretmen adaylarının %9'unun periyot tanımıyla kısmen uyumlu ya da tamamlanmamış imajlara sahip olduğu görülmüştür (tamamlanmamış imaj, Vinner, 1983). “Belli aralıklarla arka arkaya değer alan denklemler”, “aralıkları eşit olan fonksiyon” ve “fonksiyonun belirli aralıklardaki değişimi” imajlarında geçen “belli aralıklar” ifadesi periyot tanımındaki periyot uzunluğuna karşılık gelir; bu yönüyle tanımla uyumları vardır, ancak “arka arkaya değer alma” ve “değişim” ifadeleri fonksiyonun belli aralıklarda aynı değerleri almasıyla tam olarak örtüşmemektedir, yani bu imajlar periyot tanımıyla kısmen uyumlu ya da tamamlanmamış imajlardır. Cevabı “ $\sin=2\pi/a$ ve $\tan=\pi/a$ ” formülleri olan D18-G kodlu öğretmen adayı ise görüşmede bunu matematiksel tanım istendiği için periyotla ilgili bildiği formülleri yazdığı şekilde açıklamıştır.

Verilen cevaplardan hareketle, kontrol grubunun %7'si ve deney grubunun %3'ü olmak üzere öğretmen adaylarının %5'inin “birim zamanda yapılan iş” gibi periyot kavramına uygun olmayan imajlara sahip olduğu görülmüştür.

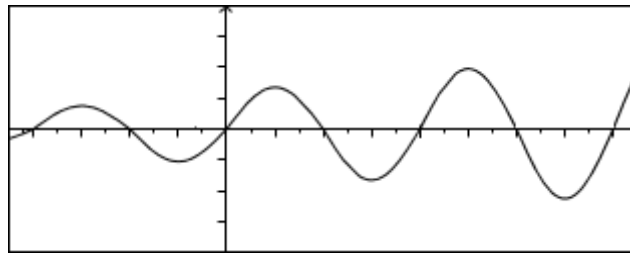
Öğretmen adaylarının genel imajlarının belirlendiği bölümde, adayların toplamda %92'sinin kavram tanımına uygun imajlara sahip olduğu belirlenmişti. Bu soruya ise adayların %55'i cevap yazmamıştır, burada öğretmen adaylarının formal

tanım istendiği için cevap yazmaktan çekindikleri düşünülmektedir. Geri kalan %45'lik kısmın yazdığı cevaplar ise periyot imajlarıdır. Bu imajların ise %59'u (26'da 18) periyot tanımıyla uyumludur.

4.1.3. Fonksiyonların Görsel Temsilleri Ve İmaj İlişkisi

Tall ve Vinner'in kavram imajı – kavram tanımı teorisinde kavram oluşumu aşamalarının yanında uygulama aşamaları da vardır. Öğrenciye bilişsel bir görev veya problem verildiğinde kavram tanımı ve imajı hücrelerinin aktifleşmesi beklenir. Buna göre bir öğrenciye bir problem verildiğinde, öğrenci kavram tanımına başvurur ancak burada tanım ile imaj sürekli etkileşim içindedir (Bkz. Şekil 2.3). Bazı durumlarda öğrenciler tamamen formal bir öğretim ortamında problem çözerken kavram tanımını esas almaktadır (Bkz. Şekil 2.4). Sezgisel düşünce ile öğretimin ön planda olduğu bir ortamda öğrenci, verilen problemi çözerken önce kavram imajına başvurur, daha sonra kavram tanımı yardımı ile problemi çözer (Bkz. Şekil 2.5). Verilen problemi sezgisel bir yaklaşımla çözmek isteyen öğrenci sadece kavram imajına başvurur (Bkz. Şekil 2.6). Öntest olarak uygulanan PT1 5 ve 6. sorularında öğretmen adaylarına grafik temsilleri verilen fonksiyonların periyodik olup olmadığı sorulmuş ve cevaplarını açıklamaları istenmiştir.

5.SORU: Grafiği verilen fonksiyon periyodik midir? Açıklayınız.



Şekil 4.7. Beşinci Soruya Ait Şekil

Araştırmanın birinci alt problemine cevap bulabilmek için bu soruya (Bkz. Şekil 4.7) öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplara (Bkz. Ek-7) ait frekans ve yüzdeler Tablo 4.5'te sunulmuştur.

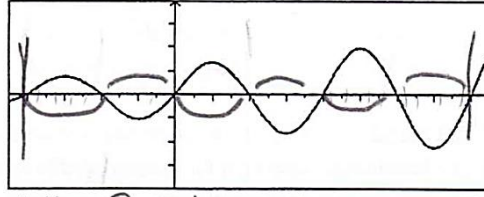
Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar ve Frekansları

Cevap	Açıklama	Kontrol G. Öntest		Deney G. Öntest		Toplam Öntest			
		n	%	n	%	n	%		
Periyodik	• Yatay değişim aynı	7	26		4	20	11	24	
	• 3 parça kendi içinde periyodik	1	4	8	27	0	0	1	2
	• Tam tur atmış	0	0		1	5	1	2	
	• Diğer	0	-		2	-	2	-	
P.Değil (DOĞRU CEVAP)	• Düzenli aralıklarla tekrar etmemiş	19	70		12	60	31	66	
	• Düşey değişim farklı	0	0	21	70	3	15	3	6
	• Diğer	2	-		4	-	6	-	
	Cevap verilmemiş	1	-	1	3	2	-	2	7
	Toplam	30	100	30	100	28	100	28	100

Uygulama öncesinde kontrol grubunun %27'si “periyodiktir” yanıtını verirken %70'i “periyodik değildir” yanıtını vermiştir. Deney grubunda ise öğretmen adaylarının %25'i fonksiyonun periyodik olduğunu belirtirken %68'i periyodik olmadığını belirtmiştir. Kontrol grubundan 1 ve deney grubundan 2 öğretmen adayı soruyu cevaplamamıştır. Grafiği verilen fonksiyon periyodik değildir. Böylece araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %26'sı fonksiyonun periyodik olduğunu belirtip soruyu yanlış cevaplamış, %69'u ise doğru cevaba ulaşmıştır.

Bu soruya verdiği cevabı açıklayan 47 öğretmen adayının %24'ü fonksiyonun periyodik olduğunu çünkü “şeklin 8 birimde bir tekrar ettiğini” belirtmiştir. Grafikteki şekil sekizer birim aralıklarla kendini tekrarlamaktadır, ancak bu aralıklarda değer kümesi aynı olmadığından periyodik bir fonksiyon değildir. Desenin tekrar etmesi öğretmen adaylarını fonksiyonun periyodik olduğu sonucuna götürmüştür. Shama (1998) çalışmasında bu tür grafikleri “tekrar eden desenlere sahip periyodik olmayan olgular” olarak gruplandırmıştır. Bu soruya “aralıklar aynı, rutin ve düzgün” cevabını veren D21-G kodlu öğretmen adayının imajında “düzgün tekrar” vardır. Soruyu cevaplandırırken sadece kavram imajı hücrelerine başvurduğu, tanım hücrelerine gerek duymadığı düşünülmektedir. Vinner'a (1993) göre verilen bir problemi “Sezgisel Yaklaşım”la çözmek isteyen öğrenci sadece kavram imajına (Bkz. Şekil 2.6) başvurur. Bir öğretmen adayının cevabı Şekil 4.8'de görülmektedir.

5) Grafiği verilen fonksiyon periyodik midir? Açıklayınız.



Açıklama: Bastan sonra periyottur.
çünkü alınan aralıklar eşit

Şekil 4.8. D26-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 5.Soruya Verdiği Cevap

Bu soruya verdiği cevabı açıklayan öğretmen adaylarının %66'sı fonksiyonun periyodik olmadığını çünkü grafik temsili verilen fonksiyonun “düzenli aralıklarla tekrar etmediğini” belirtirken %6'sı “düşey değişimin farklı olması” nedeniyle fonksiyonun periyodik olmadığını belirtmiştir. Öğretmen adaylarının genel anlamda periyot imajlarının belirlendiği bölümde adayların çoğunun “düzenli aralıklarla tekrarlanan olay” imajına sahip olduğu belirlenmişti. Bu soruya doğru cevap verenlerin çoğunun da cevabına gerekçe olarak fonksiyonun düzenli aralıklarla tekrar etmediğini belirtmesi, bu imajın tanımla uyumlu olduğunu ve soruda imajın doğru kullanıldığını göstermektedir.

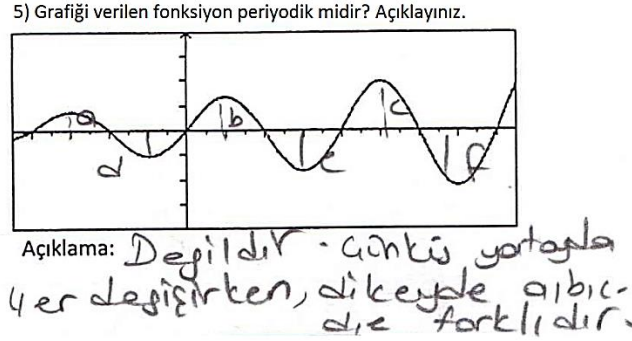
Kontrol grubundan K1-G ile yapılan görüşme şöyledir:

Görüşmeci: Bu soruda “periyodik değildir çünkü kendini tekrarlamamış” demişsin. “Tekrarlama” geçiyor. Birinci soruda “tekrar” geçiyor ve dördüncü soruda da “yinelenecek” geçiyor. Demek ki sen periyot için tekrarın önemli olduğunu düşünüyorsun.

K1-G: Yani şeklin bir yerden sonra aynen tekrar etmesi gerekiyor. Eğer grafik çiziyorsak, grafik aynı şekilde yan yana gelecek ya da üst üste gelecek ne çizdiğimizize bağlı olarak. Bu soruda grafik her ne kadar x eksenini sabit aralıklarla kesse de şekil olarak aynı değil, gittikçe büyüyor, dolayısıyla periyodik değil.

Öğretmen adayı “periyot kavramından ne anladığı” ve “periyodik fonksiyonun formal tanımının ne olduğu” sorularında olduğu gibi bu soruyu da yanıtlarken “fonksiyonun kendini tekrarlaması gerektiğini” belirtmiş ve doğru cevaba ulaşmıştır. Öğretmen adayının kavram tanımına uygun bir imaj geliştirdiği ve bu soruyu cevaplarırken tanım ve imaj hücrelerinin ikisine de başvurduğu söylenebilir ki Vinner'a (1983) göre tanım ve imaj arasında olması beklenen ilişki (Bkz. Şekil 2.3)

budur. Deney grubundan D12 kodlu öğretmen adayı cevabını açıklarken düşey değişimin farklı olduğunu şekil üstünde göstermiştir (Bkz. Şekil 4.9).



Şekil 4.9. D12 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 5.Soruya Verdiği Cevap

K15-G ile yapılan görüşme:

Görüşmeci: Bu soruda “periyodik değil, değişim eşit aralıklarda olmamış” demişsin. Ne demek bu “değişim”.

K15-G: Tepe ve çukurların aynı aralıklarda tekrarlamaması.

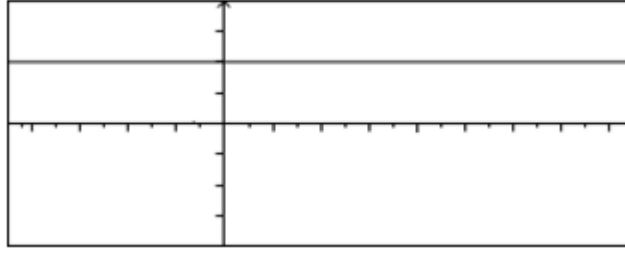
Görüşmeci: x eksenindeki aralıklarda mı y eksenindekiyelerde mi?

K15-G: İkisi de. (Grafiğe bakıyor) Aslında şimdi fark ettim, sadece y eksenindeki değişimler farklı, x'tekiler aynı. Bunu önceden fark etsem cevabım farklı olabilirdi. Kafam karıştı şimdi.

Vinner'a (1983) göre bir kimsenin kavram imajı hakkında bilgi edinmek için sorulan dolambaçlı sorular o kişiyi şaşırtmalıdır (Aktaran: Gülkılık, 2008). Burada araştırmacının sorduğu soruyla öğretmen adayı daha önce fark etmediği bir durumu fark etmiş ve kafasının karıştığını söylemiştir. Son durumda cevabını değiştirmemiş ama cevabından da emin olamamıştır. Öğretmen adayının burada kavram tanımından çok kavram imajına başvurduğundan cevabına mantıklı bir açıklama getiremediği düşünülmektedir. Vinner'a (1991) göre teknik içerikli durumlarda kavram imajı tek başına yeterli olmayabilir.

Grafik temsili verilip periyodik olup olmadığı sorulan bir diğer soru da PT1'deki 6.sorudur.

6.SORU: Grafiği verilen fonksiyon periyodik midir? Açıklayınız.



Şekil 4.10. Altıncı Soruya Ait Şekil

Araştırmanın birinci alt problemine cevap bulabilmek için bu soruya (Bkz. Şekil 4.10) öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplara (Bkz. Ek-8) ait frekans ve yüzdeler Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar ve Frekansları

Cevap	Açıklama	Kontrol G. Öntest		Deney G. Öntest		Toplam Öntest			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Periyodik	• Düzenli tekrar var	3	14			4	22	7	18
	• Sabit fonksiyon	2	9	10	33	4	22	11	39
	• Diğer	5	-			3	-	8	-
P.Değil (DOĞRU CEVAP)	• Değişim yok, fonksiyon sabit	14	64			8	44	22	55
	• Belirli bir aralık yok	2	9	17	57	2	12	4	10
	• Simetrik değil	1	4			0	0	1	2
	• Diğer	0	-			5	-	5	-
	Cevap verilmemiş	3	-	3	10	2	-	2	7
	Toplam	30	100	30	100	28	100	28	100
								58	100

Uygulama öncesinde kontrol grubunun %33’ü “periyodiktir” yanıtını verirken %57’si “periyodik değildir” yanıtını vermiştir. Deney grubunda ise öğretmen adaylarının %39’u fonksiyonun periyodik olduğunu belirtirken %54’ü periyodik olmadığını belirtmiştir. Kontrol grubundan 3 ve deney grubundan 2 öğretmen adayı soruyu cevaplamamıştır.

Grafik temsili verilen fonksiyon sabit bir fonksiyondur. Dormolen ve Zaslavsky (2003) sabit fonksiyonun bir dejenerasyon olduğunu ifade ederken; Shama

(1998), sabit fonksiyonun periyodik olmadığını kabul eder. Dormolen ve Zaslavsky'ye (2003) göre buna sabit bir fonksiyonun değerlerinin değişmemesi ve periyodunun olmaması buna dayanak gösterilebilir. Bu yaklaşım kabul edildiğinde, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %36'sı fonksiyonun periyodik olduğunu belirtip soruyu yanlış cevaplamış, %55'i ise doğru cevaba ulaşmıştır.

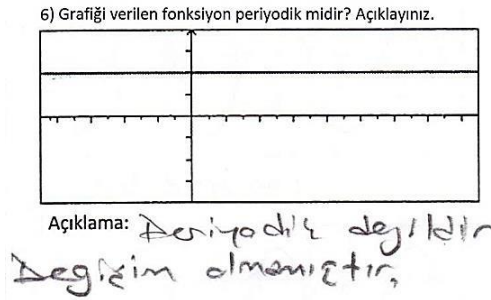
Sabit bir fonksiyonda T 'nin her değeri için $f(x)=f(x+T)=c$ 'dir, dolayısıyla $T=0$ da olabilmektedir, ancak periyodik fonksiyonun tanımında $T>0$ ifadesi olduğundan sabit fonksiyonlar periyodik olamaz. Bu soruya verdiği cevabı açıklayanların %15'i "fonksiyonun sabit" olduğu için periyodik olduğunu belirtmişlerdir. Vinner (1991) tanımları kullanarak sonuca varan öğrencilerin cevaplarının doğruluğu ile tanımlara hâkim olmayan öğrencilerin sonuçlarının doğruluğu arasında önemli farklılıklar olduğunu belirtmektedir (Aktaran: Gülkılık, 2008).

Cevabına açıklama yazan 40 öğretmen adayının %18'i "fonksiyon periyodiktir çünkü düzenli tekrar var" temasında toplanan cevaplar vermiştir. Kontrol grubundan K1-G kodlu öğretmen adayı, bu soruya verdiği "*periyodiktir çünkü grafik tekrarlamış, sabit*" cevabını açıklarken "*Aslında tam olarak emin değilim ama böyle düşündüm. Daha önceki cevaplarımda da dediğim gibi fonksiyonun periyodik olması için kendini tekrarlaması gerekiyor. Burada aynı nokta tekrar etmiş, tüm x'ler aynı y'ye gitmiş, bu yüzden periyodiktir diyorum. Önceki dediklerimle çelişmiyor yani*" ifadelerini kullanmıştır. Verilen bu problem çözülürken kavram imajına başvurmak çoğu zaman yeterli olmaktadır. Bu nedenle insanlar genelde tanıma başvuramazlar. Teknik içerikli durumlarda kavram imajının tek başına yeterli olmayabileceği açıktır (Vinner, 1983). Bu soruda öğretmen adaylarının sadece kavram imajlarına başvurduklarından yanlış cevap verdikleri düşünülmektedir.

Bu soruya verdiği cevabı açıklayan öğretmen adaylarının % 55'i fonksiyonun periyodik olmadığını çünkü grafik temsili verilen fonksiyonda "değişim olmadığını, fonksiyonun sabit olduğunu" belirtmiştir. Dormolen ve Zaslavsky'ye (2003) göre sabit bir fonksiyonun değerlerinin değişmemesi, bu tür fonksiyonların periyodik olarak kabul edilmemesinin bir nedenidir. Öğretmen adaylarından cevabını

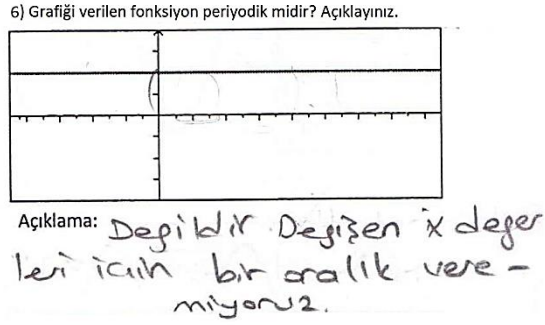
açıklayanların %55'i grafik temsili verilen fonksiyonun sabit olduğu için periyodik olmadığı düşüncesindeyken %15'i sabit olduğu için periyodik olduğunu belirtmiştir. Bu da Dormolen ve Zaslavsky'nin (2003) sabit fonksiyon tanımının matematikte bir dejenerasyon olduğu düşüncesini desteklemektedir.

Bu soruya “periyodik değildir çünkü değişim olmamıştır” yanıtını veren K15-G kodlu öğretmen adayı (Bkz. Şekil 4.11), görüşmede “*Değişim olmalı ki periyodik olsun, değişim yok.*” demiştir. Öğretmen adayı burada periyottan bahsedilebilmesi için değişimin gerekli olduğuna vurgu yapmıştır. Bu imaja sahip öğretmen adaylarının bu soruyu doğru cevapladığı görülmüştür, bu da bu imajın tanımla uyumlu olduğu ve bu problemin çözümünde yeterli olduğu (Vinner, 1983) şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 4.11. K15-G Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 6.Soruya Verdiği Cevap

Bu soruya verdiği cevabı açıklayan öğretmen adaylarının %10'u ise “belirli bir aralık olmadığı” için fonksiyonun periyodik olmadığını belirtmiştir. D26-G kodlu öğretmen adayı, kendisiyle yapılan görüşmede “*Grafiğin belirli bir aralığı yok, periyot için bir aralık veremiyoruz.*” ifadesini kullanmış ve bir fonksiyonun periyodik olabilmesi için periyodunun olması gerektiğini vurgulamıştır. Dormolen ve Zaslavsky'ye (2003) göre, periyodik bir fonksiyonun kendini tekrar ettiği “belirli bir aralık” ifadesi fonksiyonun periyodudur ve sabit fonksiyonun bazı matematik eğitimcilerine (örn. Shama, 1998) göre periyodik sayılmaması periyodunun belirlenememesi nedeniyledir. Şekil 4.12'de görülebileceği gibi, bir öğretmen adayı fonksiyonun bir bölümünü seçemediği için fonksiyonun periyodik olmadığını yazmıştır.



Şekil 4.12. D12 Kodlu Öğretmen Adayının Öntestte 6.Soruya Verdiği Cevap

4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajlarına etkisi nasıldır?” şeklindedir. Bu soruya cevap bulabilmek için deney öncesinde öğretmen adaylarına uygulanan 6 soruluk PT1 testi, deney sonrasında sontest olarak yeniden uygulanmış; bulgular nicel ve nitel yöntemler birlikte kullanılarak aşağıdaki gibi üç başlık halinde sırasıyla incelenmiştir:

4.2.1. Bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının genel anlamda sahip oldukları periyot imajları üzerindeki etkisi

4.2.2. Bilgisayar destekli öğretimin günlük hayat imajları, lisans öncesi seviyelerde yer alan konulardaki periyot imajları ve formal tanıma ilişkin imajlar üzerindeki etkisi

4.2.3. Bilgisayar Destekli Öğretimin Fonksiyonların Görsel Temsilleri Ve İmaj İlişkisine Etkisi

Bu başlıklara ait bulgular aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

4.2.1. Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Genel Anlamda Sahip oldukları Periyot İmajlarına Etkisi

Bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyotla ilgili genel anlamda sahip oldukları kavram imajları üzerindeki etkisinin belirlenmesi için kendilerine sontest olarak uygulanan PT1’de 1.soru olarak “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-9) neticesinde elde edilen temalar ve öntest-sontest imaj değişimleri Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Kontrol ve Deney Grubu PT1 1.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu

1. Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?	Sontest								Toplam (n)		Toplam (%)		
	1.tema		2.tema		3.tema		Diğer		K	D	K	D	
Öntest	1.tema	19	10	1	0	2	1	1	0	23	11	77	39
	2.tema	0	4	1	1	0	2	0	0	1	7	3	25
	3.tema	4	1	0	3	1	2	0	0	5	6	17	21
	Diğer	1	3	0	0	0	1	0	0	1	4	3	15
	Toplam (n)	24	18	2	4	3	6	1	0	30	28	100	100
Toplam (%)	80	64	7	14	10	22	3	0	100	100			

1.tema: Belirli aralıklarla tekrarlanan olay

2.tema: Bir olayın tekrarlanması için geçen süre

3.tema: Bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık

Tablo 4.7’de görülen öğretmen adaylarının periyot imajlarına ait değişimlerin anlamlı olup olmadığına Ki-Kare Testi ile bakılmıştır. Pearson Ki-Kare testi için örneklem sayısı küçük olup bazı beklenen frekans değerleri 5’ten küçük olduğundan Fisher Exact Test kullanılmıştır. Tüm PT1 sorularına ait analiz sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8. PT1 Sorularına Ait Ki-Kare Değerleri Tablosu

Sorular	Gruplar	X ²	p
1. Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?	Kontrol Grubu	13,744	.313
	Deney Grubu	10,787	.036
2. Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.	Kontrol Grubu	14,294	.006
	Deney Grubu	28,853	.000
4. Periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımını yapınız.	Kontrol Grubu	17,834	.000
	Deney Grubu	10,545	.031
5. Grafiği verilen fonksiyon periyodik midir?	Kontrol Grubu	7,148	.225
	Deney Grubu	17,867	.003
6. Grafiği verilen fonksiyon periyodik midir? (sabit fonksiyon)	Kontrol Grubu	46,910	.000
	Deney Grubu	30,444	.000

Tablo 4.7 incelendiğinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının imajlarında şu değişiklikler görülmektedir: Birinci temadan ikinci temaya 1 ve üçüncü temaya 2 imaj geçerken 19 imaj birinci temada kalmıştır. İkinci temadan diğer temalara

herhangi bir geçiş olmazken üçüncü temadan birinci temaya 3 imaj geçmiştir. Bu geçişlerin anlamlı olup olmadığı Ki-Kare testi ile incelenmiş ve geçişlerin anlamlı olmadığı [$X^2=13,744$, $p=.313>.05$] görülmüştür. Bu durum geleneksel öğretimin öğretmen adaylarının periyot imajlarının değişimi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Deney grubundaki öğretmen adaylarının imajlarında ise şu değişiklikler görülmektedir: Birinci temadan üçüncü temaya 1 imaj geçerken 10 imaj birinci temada kalmıştır. İkinci temadan birinci temaya 4, üçüncü temaya 1 imaj geçmiştir. Üçüncü temadan ise birinci temaya 1, ikinci temaya 2 imaj geçmiştir. “Diğer” temasından (periyot imajına uygun olmayan veya cevapsız) 3 imaj birinci temaya geçerken 1’i üçüncü temaya geçmiştir. Bu geçişlerin anlamlı olup olmadığı Ki-Kare testi ile incelenmiş ve geçişlerin anlamlı olduğu [$X^2=10,787$, $p=<.05$] görülmüştür. Yani GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyot imajlarının değişimi üzerinde anlamlı bir etkisi vardır.

Öntest sonucunda verilen cevaplardan hareketle birinci tema “belirli aralıklarla tekrarlanan olay” olarak belirlenmişti. Uygulama sonunda bu imaja sahip öğretmen adayı sayısı kontrol grubunda %77’den %80’e çıkmıştır. Aynı oran deney grubunda %39’dan %64’e çıkmıştır. Kontrol grubundaki farklılaşma anlamlı değilken deney grubundaki fark anlamlı bulunmuştur. Uygulamadan sonra öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler bu farkın nedeninin GeoGebra yazılımı olabileceğini göstermektedir. Örneğin D17-G kodlu öğretmen adayı GeoGebra ile çizdikleri sinüs ve cosinüs fonksiyonlarının bir yerden sonra tekrar ettiğini, dolayısıyla periyodik bir olayın kendini düzenli bir şekilde tekrarladığı söylemiştir. D16-G kodlu öğretmen adayı ise GeoGebra ile çalışırken sinüs fonksiyonunun grafiğini yay dalgasına benzettiğini ve yay dalgalarının düzenli olarak aynı şekli çizdiğini ve periyodik olduğunu söylemiştir.

Öntest sonucunda verilen cevaplardan hareketle ikinci tema “bir olayın tekrarlanması için geçen süre” olarak belirlenmişti. Uygulama sonunda bu imaja sahip öğretmen adayı sayısı kontrol grubunda %3’ten %7’ye çıkarken deney grubunda bu oran %25’ten %14’e düşmüştür. Bu düşüş bu temadan “belirli

aralıklarla tekrarlanan olay” temasına 4 imajın geçmesiyle olmuştur. Bunun nedeni ise GeoGebra destekli uygulamada trigonometrik fonksiyonların periyodikliğinin incelenmesi olabilir çünkü trigonometrik fonksiyonlar periyodik fonksiyonlardır ve periyodik bir fonksiyon belirli bir zamanda, belirli bir sayıda veya belirli bir aralıkta kendini tekrar eden periyodik olayları tasvir eder (Dormolen ve Zaslavsky, 2003). Üçüncü tema olarak belirlenen “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” imajında kontrol grubunda %7’lik bir azalma olurken deney grubunda %1’lik bir artış gözlenmiştir.

Deney öncesinde öğretmen adaylarında az da olsa rastlanan “fizikteki frekansın tersi, $T=1/f$ ”, “birim zamanda yapılan iş”, “bir şeyin kısımlarına ayrılması” ve periyot kavramına uygun olmayan “otogarda otobüslerin durduğu yer” imajına uygulama sonrasında rastlanmamıştır.

Gerek geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunda gerekse deney grubunda uygulama sonunda periyot kavramına uygun olmayan imajlara rastlanmamış ve “belirli aralıklarla tekrarlanan olay” imajının frekansının arttığı gözlemlenmiştir. Uygulama öncesinde en çok rastlanan imajın uygulama sonrasında da en çok rastlanan imaj olması ve frekansının %39’dan %64’e yükselmiş olması, GeoGebra ile yapılan uygulamanın periyot imajıyla tanımını yakınlaştırmaya uygun tasarlandığını gösterir. Bu da doğru tasarlanıp uygulandığında bir öğretim etkinliğinin imajları olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

D26-G kodlu öğretmen adayı uygulama öncesinde “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” imajına uygun bir cevap yazarken uygulama sonrasında “bir olayın tekrarlanması için gereken süre” imajına uygun bir cevap yazmıştır. Bu da bu imajın aktif olduğunu ve Tall ve Vinner’in (1981) uyandırılmış kavram imajı fikrini desteklemektedir. Tall ve Vinner’a göre belli bir anda aktif olan imaja “uyandırılmış kavram imajı” denir. Farklı durumlarda farklı kavram imajları aktif olabilir.

4.2.2. Bilgisayar Destekli Öğretimin Günlük Hayat İmajları, Lisans Öncesi Seviyelerde Yer Alan Konulardaki Periyot İmajları Ve Formal Tanıma İlişkin İmajlar Üzerindeki Etkisi

4.2.2.1 Bilgisayar Destekli Öğretimin Günlük Hayat İmajlarına Etkisi

Bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyotla ilgili günlük hayat imajları üzerindeki etkisinin belirlenmesi için kendilerine sontest olarak uygulanan PT1’de 2.soru olarak “Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-10) neticesinde elde edilen temalar ve öntest-sontest imaj değişim tabloları Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Kontrol ve Deney Grubu PT1 2.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu

2. Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.	Sontest										Toplam		Toplam	
	1.tema		2.tema		3.tema		4.tema		Diğer		(n)		(%)	
	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D
1.tema	15	7	2	1	0	0	0	1	1	2	18	11	46	32
2.tema	6	3	9	5	0	1	0	0	1	0	16	9	41	26
3.tema	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	7	0	21
4.tema	4	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5	2	13	6
Diğer	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	5	0	15
Toplam (n)	25	13	11	8	0	7	1	3	2	3	39	34	100	100
Toplam (%)	64	38	28	24	0	20	3	9	5	9	100	100		

1.tema: Zaman kavramı

2.tema: Düzenli olarak yapılan işler

3.tema: Basketboldaki Periyot

4.tema: Fizikteki Periyot

Tablo 4.9 incelendiğinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının imajlarında şu değişiklikler görülmektedir: Birinci temadan ikinci temaya 2 imaj geçerken 15 imaj birinci temada kalmıştır. İkinci temadan birinci temaya 6 imaj geçerken 9 imaj ikinci temada kalmıştır. Deney grubunda ise birinci temadan ikinci ve dördüncü temalara birer imaj geçerken 7 imaj birinci temada kaldığı görülmüştür. İkinci temadan birinci temaya 3, üçüncü temaya 1 imaj geçmiştir. Üçüncü temadan ise birinci temaya 1 imaj geçmiştir. “Diğer” temasından (periyot imajına uygun olmayan

veya cevapsız) birer imaj birinci ve dördüncü temalara geçerken 1'i üçüncü temaya geçmiştir.

Kontrol ve deney grubundaki geçişlerin anlamlı olup olmadığı Ki-Kare testi ile incelenmiş ve hem kontrol [$X^2=14,294$, $p<.05$] hem de deney grubundaki [$X^2=28,853$, $p<.05$] geçişlerin anlamlı olduğu görülmüştür ancak bu anlamlılığın nedeninin yapılan öğretimler olmadığı düşünülmektedir. Yapılan görüşmelerde, bazı öğretmen adayları öntestteki cevaplarla aynı cevabı vermek istemedikleri için farklı cevaplar verdiklerini, bazıları ise o an aklına o cevabın geldiğini söylemişlerdir. K10-G kodlu öğretmen adayının görüşmede söylediği “*daha önce aklıma yay dalgaları gelmişti, şimdi ise haftanın günleri geldi*” ifadesinden anlaşılacağı üzere, öğretmen adayının öntestte “fizikteki periyot” imajı aktifken sontestte “zaman kavramı” imajı aktiftir. Tall ve Vinner’a (1981) göre farklı durumlarda aynı imaj uyanmayabilir. Yapılan öğretimlerin günlük hayat imajları üzerinde bir etkisinin olmamasının, gerek geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunda gerekse GeoGebra destekli uygulamanın yapıldığı deney grubunda periyot kavramıyla ilgili günlük hayat örnekleriyle desteklenmiş bir öğretimin yapılmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2.2 Bilgisayar Destekli Öğretimin Lisans Öncesi Seviyelerde Periyot Kavramının İlişkili Olduğu Konular Bağlamındaki İmajlarına Etkisi

Öntestte sorulan “İlköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazınız.” sorusuna verilen cevapların belirlenen adaylarla yapılan görüşmelerin analiz edilmesiyle, öğretmen adaylarının lisans öncesi seviyelerde yer alan konulardan trigonometri ve fizik dersine ait bazı kavramlarla ilgili periyot imajlarının olduğu tespit edilmişti. Bu sorunun sontestte yeniden sorulmasının nedeni, öğretmen adaylarının alacakları öğrenim sonrasında lisans öncesi seviyelerde yer alan diğer konulardaki periyot kavramlarını fark edip etmeyeceklerini belirlemektir. Örneğin ilköğretimde devirli ondalık sayılarda ve ortaöğretimde karmaşık sayılarda da periyot kavramına rastlanır (Shama, 1998). Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-11)

neticesinde elde edilen temalar ve bu temalara ait öntest, sontest frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10. Kontrol ve Deney Grubu PT1 3.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu

Sıra No	Periyot Kavramı İle İlgili Lisans Öncesi Konular	Kontrol Grubu		Deney Grubu		Toplam (n)		Toplam (%)	
		Öntest	Sontest	Öntest	Sontest	Öntest	Sontest	Öntest	Sontest
1	Trigonometri	29	30	15	21	44	51	64	86
2	Fizikteki Periyot	3	0	4	3	7	3	10	5
	Diğer	6	0	12	5	18	5	26	9
	Toplam	38	30	31*	29*	69	59	100	100

*Bazı öğretmen adayları birden fazla cevap yazdığından deney ve kontrol gruplarının öntest-sontest büyüklükleri farklı olmuştur.

Tablo 4.10 incelendiğinde, öğretmen adaylarının “trigonometri” ve “fizikteki periyot” haricinde bir cevap yazamadıkları ve “trigonometri” imajının frekansının %64’ten %86’ya çıktığı görülmektedir. Bunun nedeni kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılırken daha çok trigonometrik fonksiyonlara ait örnekler üzerinde durulması ve deney grubunda GeoGebra ile trigonometrik fonksiyonların periyodikliği üzerinde uygulamalar yapılmasıdır. Öğrencilerin kavram imajlarını geliştirmeleri ve imaj-tanım hücreleri arasındaki bağlantıları nasıl kuracakları, öğrenme deneyimleri ve okudukları bölümle yakından alakalıdır (Bingölbali ve Monaghan, 2008). Vinner ve Dreyfus (1983), kavram imajının kavram tanımının yanı sıra kavramla ilgili örneklerden ve öğrencinin deneyimlerinden de şekillendiğini ifade eder. Dolayısıyla öğretmen adayları bağımsız olarak öğretim uygulamaları haricindeki konularla bir bağlantı kuramamışlardır.

4.2.2.3 Formal Tanıma İlişkin İmajlar

Bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyot kavramının formal tanımına ilişkin kavram imajları üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla PT2’de 4.soru olarak “Periyodik fonksiyonun formal (matematikselsel) tanımını yapınız.” sorusu sorulmuştur. Bu soruya öntest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-12) neticesinde elde edilen temalar ve öntest-sontest imaj değişim tabloları Tablo 4.11’de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Kontrol ve Deney Grubu PT1 4.Soruya Ait Öntest-Sontest Değişim Tablosu

4. Periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımını yapınız.	Sontest								Toplam		Toplam	
	1.tema		2.tema		3.tema		Diğer		(n)		(%)	
	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D
Öntest												
1.tema	10	4	3	1	0	0	0	0	13	5	43	18
2.tema	0	1	1	3	0	0	0	0	1	4	3	14
3.tema	1	1	1	0	0	0	0	0	2	1	7	4
Cevap verilmemiş	6	6	0	3	0	0	8	9	14	18	47	64
Toplam (n)	17	12	5	7	0	0	8	9	30	28	100	100
Toplam (%)	56	43	17	25	0	0	27	32	100	100		

1.tema: Periyot tanımıyla uyumlu imajlar

2.tema: Tanımla kısmen uyumlu / tamamlanmamış imajlar

3.tema: Periyot kavramına uygun olmayan imajlar

Tablo 4.11 incelendiğinde kontrol grubundaki öğretmen adaylarının imajlarında şu değişiklikler görülmektedir: Birinci temadan ikinci temaya 3 imaj geçerken 10 imaj birinci temada kalmıştır. İkinci temadan başka bir temaya herhangi bir imaj geçmemiştir. Üçüncü temadan birinci ve ikinci temalara birer imaj geçmiştir. Öntestte bu soruyu yanıtlamayan 14 öğretmen adayından 6 tanesinin sontestte periyot tanımıyla uyumlu imajlar yazdığı görülürken 8'inin soruyu yine yanıtsız bıraktığı görülmektedir. Deney grubunda ise birinci temadan ikinci temaya 1 imaj geçerken 4 imajın birinci temada kaldığı görülmektedir. İkinci temadan birinci temaya 1 imaj geçerken 3'ü ikinci temada kalmıştır. Üçüncü temadan ise birinci temaya 1 imaj geçmiştir. Öntestte bu soruyu yanıtlamayan 18 öğretmen adayından 5'inin uyumlu, 4'ününse kısmen uyumlu veya tamamlanmamış imajlar yazdığı, geri kalan 9 adayınansa soruyu yine yanıtsız bıraktığı görülmektedir. Kontrol ve deney grubundaki geçişlerin anlamlı olup olmadığı Ki-Kare testi ile incelenmiş ve hem kontrol [$X^2=14,330$, $p<.05$] hem de deney grubundaki [$X^2=10,545$, $p<.05$] geçişlerin anlamlı olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki farkın anlamlı olmasının; daha önce pasif olup ders işlendikten sonra aktifleşen imaj hücresinden, işlenen ders sayesinde öğretmen adaylarının periyodik fonksiyonların formülünü öğrenmesinden veya grafik temsiline dikkat ederek imajını tamamlamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Öntestte soruyu yanıtsız bırakan kontrol grubundan K2-G, kendisi ile yapılan görüşmede derste öğrendikleri periyodik fonksiyonların sabit

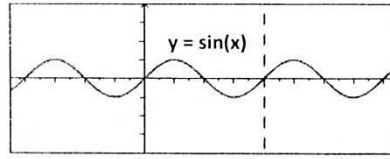
bir periyodunun olduğunu ve grafiğinin her periyot aralığında aynı şekilde oluştuğunu fark ettiğini belirtmiştir.

“Her x reel sayısı için $f(x)=f(x+T)$ olduğunda bu fonksiyona periyodik fonksiyon, T ’ye periyot denir”, “ $f(x)=f(x+T)$ ” ve “bir $f(x)$ fonksiyon değeri $f(x+T)$ ’de de aynı değeri alıyorsa fonksiyon periyodiktir” imajları tamamlanmamış imajlardır, $T>0$ ifadesiyle birlikte bu imajlar kavram imajıyla tam olarak örtüşecektir.

Vinner’a göre kavram imajı ve kavram tanımı farklı hücrelerdir ancak Tall’a göre kavram tanımı yazılabilen ve söylenebilen kelimelerden oluştuğu için zihindeki tüm kavram imajının bir parçasıdır (Tall, 2013). Öntestte olduğu gibi, bu soru analiz edilirken Tall’un yaklaşımı esas alınmış, yani kavram tanımı için verilen cevaplar da birer imaj olarak değerlendirilmiştir. Periyodik fonksiyonun formal tanımı olan “Her x değeri için $f(x)=f(x+T)$ eşitliğini sağlayan ($T>0$) fonksiyondur.” (Thomas, 2010) ifadesi de Tall’un yaklaşımı ile bir imaj olarak değerlendirilmiştir.

Deney grubundaki farklılaşmanın anlamlı olmasının GeoGebra destekli öğretim olduğu düşünülmektedir. GeoGebra ile yapılan uygulamalarda periyodik fonksiyonun tanımına ulaşılmaya çalışılmıştır. Bunun için öğretmen adaylarından fonksiyonun x -ekseni üzerinde kaç birim ötelendikten sonra tekrarladığını keşfetmeleri istenmiştir. D10-G kodlu öğretmen adayı, periyodik fonksiyonun formal tanımına neden “*Bir $f(x)$ fonksiyon değeri $f(x+T)$ ’de de aynı değeri alıyorsa fonksiyon periyodiktir. $T>0$* ” yazdığı sorulduğunda, “*GeoGebrada $\sin(x)=\sin(x+2\pi)=\sin(x+4\pi)$ ve $\sin(x+\pi)=\sin(x+3\pi)=\sin(x+5\pi)$ (Bkz. Şekil 4.13) olmuştur. Fark her zaman 2π oluyor sinüs için. Ben de sonra cosinüs için denedim, o da her 2π ilerleyişte aynı kalır. Buradan $f(x)=f(x+T)$ olduğu sonucunu çıkardık (Bkz. Şekil 4.14). Bu arada T ’yi sıfır da alırsak aynı fonksiyonu buluruz ama o zaman her fonksiyon periyodik olur*” ifadelerini kullanmıştır. Aşağıda bir öğretmen adayına ait etkinlik kâğıdı görülmektedir.

1) Sinüs fonksiyonunun periyodunun 2π olduğunu biliyoruz.



Şimdi aşağıdaki fonksiyonları çizdirelim ve grafiklerini üstteki grafikte karşılaştıralım.

fonksiyon	elde edilen grafik $y = \sin(x)$ grafiği ile aynı mı?
$\sin(x+\pi) = \sin(x+\pi)$	değil
$\sin(x+2\pi)$	aynı
$\sin(x+3\pi)$	değil
$\sin(x+4\pi)$	aynı
$\sin(x-\pi)$	değil
$\sin(x-2\pi)$	aynı
$\sin(x-3\pi)$	değil

Şekil 4.13. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı

Aynı öğretmen adayı, sonteste 1.soru olan “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusuna “belli bir süre veya belli aralıklarda aynı değerleri alır, kendini tekrarlar” cevabını vermiştir. Bu imajda geçen “belli bir aralık” ve “aynı değerleri alır, kendini tekrarlar” ifadeleri öğretmen adayının tanım yaparken sinüs ve cosinüs fonksiyonu için kullandığı “...her 2π ilerleyişte aynı kalır” ifadeleri ile örtüşmektedir. Burada imajın formal tanımla uyumlu olduğu görülmektedir. Bu da GeoGebra destekli uygulama sayesinde öğretmen adaylarının periyot imajlarının tanımla daha uyumlu ve teknik hale geldiği şeklinde yorumlanabilir. Yanpar ve Yıldırım’a (1999) göre bilgisayar destekli eğitim; öğrencilerin derse etkin katılımlarını sağlar, öğrencilere ders saatlerinin dışında uygulama ve tekrar imkânı sağlar ve öğretimsel etkinliklerin niteliğini ve niceliğini artırır. Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’teki etkinlikler yardımıyla öğretmen adayları periyodik bir fonksiyonun sağlaması gereken özelliği keşfetmişlerdir.

$\sin(x) = \sin(x+2\pi) = \sin(x+4\pi) = \dots = \sin(x+2k\pi)$, ($k \in \mathbb{Z}$) olduğunu fark ettik.

Genelleme yapacak olursak, periyodik bir fonksiyon sizce hangi şartları sağlamalıdır?

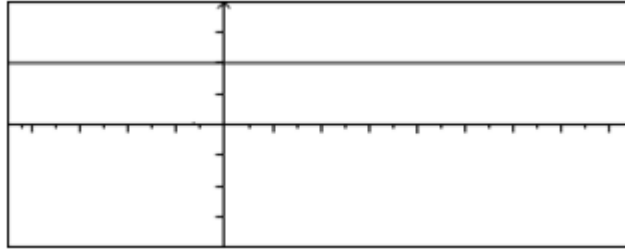
Şekil 4.14. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı

Grafik temsili verilen fonksiyon periyodik değildir. Shama, (1998) çalışmasında bu tür grafikleri “tekrar eden desenlere sahip periyodik olmayan olgular” olarak gruplandırmıştır. Dolayısıyla Tablo 4.12 incelendiğinde; kontrol grubunda soruyu doğru cevaplayanların oranının %70’ten %77’ye yükselirken deney grubundaki oranın %68’den %82’ye yükseldiği görülmektedir.

Tablo 4.12’deki açıklamalar incelendiğinde ise fonksiyonun grafik temsilinde “yatay değişimlerin aynı” olduğu için periyodik olduğunu düşünen öğretmen adayı sayısının kontrol grubunda %26’dan %21’e ve deney grubunda %20’den %10’a düştüğü görülmektedir. Fonksiyonun “düzenli aralıklarla tekrar etmediği” için periyodik olmadığını düşünen öğretmen adayı sayısının ise kontrol grubunda %70’ten %71’e ve deney grubunda %60’tan %70’e yükseldiği görülmektedir. Bu geçişlerin anlamlı olup olmadığına Ki-Kare testi ile bakılmıştır. Kontrol grubundaki farklılaşma [$X^2=7,148$, $p=.225>.05$] anlamlı bulunmazken deney grubundaki farklılaşmanın [$X^2=17,867$, $p<.05$] anlamlı olduğu belirlenmiştir. Deney grubundaki farklılaşmanın anlamlı olmasının GeoGebra destekli uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Deney grubunda uygulamadan önce “periyodiktir çünkü alınan aralıklar eşittir” cevabını veren D26-G, sontestte “periyodik değildir çünkü belirli bir şekil yok” cevabını vermiştir. Yapılan görüşmede, önceleri bir fonksiyonun periyodik olması için x -ksenini eşit aralıklarla kesmesinin yeterli olacağını düşündüğünü, ancak GeoGebra uygulamalarında fonksiyon grafiğinin sonradan periyot olduğunu fark ettikleri uzunluk kadar ötelediklerinde kendisiyle üst üste geldiğini yani tekrar ettiğini keşfettiklerini söylemiştir. Hoyles ve Noss’a (1994) göre dinamik geometri yazılımlarının en önemli özelliği oluşturulan şekillerin sürüklenbilmesidir (Aktaran: Güven ve Karataş, 2005). Şekilleri sürükleme yardımıyla, öğrenci şeklin bir takım özelliklerini değiştirirken değişmeyen ilişkileri gözleyerek keşfedebilir. Bu keşif öğrenciye çok güçlü bir varsayımda bulunma imkânı sağlar. Ardından öğrenci bu varsayımını birçok örnekle destekleyebilir ya da reddedebilir. Bu durum GeoGebra destekli uygulama yardımıyla öğretmen adaylarının periyot tanımına daha uygun imajlar geliştirdiği veya tamamlanmamış imajlarını tamamladıkları (Vinner, 1991) şeklinde yorumlanabilir.

GeoGebra destekli uygulamanın öğretmen adaylarının verilen bilişsel problemleri çözerken kullanacakları stratejiler üzerinden imajlara etkisi incelemek amacıyla sorulan bir diğer soru ise PT1'deki 6.sorudur.

6.SORU: Grafiği verilen fonksiyon periyodik midir? Açıklayınız.



Şekil 4.16. Altıncı Soruya Ait Şekil

Bu soruya (Bkz. Şekil 4.16) öntest, sontest ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verilen cevaplar (Bkz. Ek-14) neticesinde elde edilen temalar Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13. Öğretmen Adaylarının Öntest-Sontestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar ve Yüzde Frekansları

Cevap	Açıklama	Kontrol G. (%)		Deney G. (%)				Toplam (%)			
		Ön	Son	Ön	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Ön	
Periyodik	• Düzenli tekrar var	14	18			22	22				
	• Sabit fonksiyon	9	14	33	33	22	22	39	25	36	29
	• Diğer	-	-			-	-				
P.Değil (DOĞRU CEVAP)	• Değişim yok, fonksiyon sabit	64	55			44	44				
	• Belirli bir aralık yok	9	9	57	53	12	12	54	75	55	64
	• Simetrik değil	4	4			0	0				
	• Diğer	-	-			-	-				
	Cevap verilmemiş	-	-	10	14	-	-	7	0	9	7
	Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

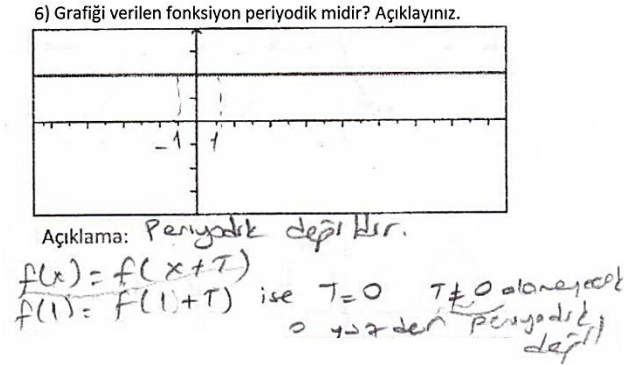
Grafik temsili verilen fonksiyon sabit bir fonksiyondur. Dormolen ve Zaslavsky (2003) sabit fonksiyonun bir dejenerasyon olduğunu söylerken Shama (1998), sabit fonksiyonun periyodik olmadığını kabul eder. Öntestte olduğu gibi

burada da aynı yaklaşım kabul edilmiştir. Bu yaklaşım kabul edildiğinde, Tablo 4.13'te kontrol grubunda soruyu doğru cevaplayanların oranının %57'den %53'e düşerken deney grubundaki oranın %54'ten %75'e yükseldiği görülmektedir.

Tablo 4.13'teki açıklamalar incelendiğinde ise fonksiyonun grafik temsilinde “düzenli tekrarlar olduğu” için periyodik olduğunu düşünen öğretmen adayı sayısının kontrol grubunda %14'ten %18'e yükselirken deney grubunda %22'den %16'ya düştüğü görülmektedir. Fonksiyonun “sabit fonksiyon” olduğu için periyodik olduğunu düşünen öğretmen adayı sayısı kontrol grubunda %9'dan %14'e yükselirken deney grubunda %22'den %5'e düşmüştür. Fonksiyonun grafik temsilinde “değişimin olmadığı ve fonksiyonun sabit olduğu” için periyodik olmadığını düşünen öğretmen adayı sayısının kontrol grubunda %64'ten %55'e düşerken deney grubunda %44'ten %63'e yükseldiği görülmektedir. Ayrıca deney grubunda “belirli bir aralık olmadığı” için fonksiyonun periyodik olmadığını belirten öğretmen adayı sayısı %10'dan %16'ya yükselmiştir. Hem kontrol [$X^2=46,910$, $p<.05$] hem deney [$X^2=30,444$, $p<.05$] grubundaki farklılaşma anlamlı bulunmuş ancak kontrol grubunda yanlış cevapların artıp doğru cevapların azalmış olması farkın yanlış cevapların lehine olduğunu gösterir, dolayısıyla geleneksel öğretim olumsuz yönde etki etmiştir. Deney grubunda ise farklılaşma doğru cevap lehine olup GeoGebra destekli eğitimin sabit fonksiyonun periyodikliğinin incelenmesi üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir. Uygulama öncesinde sabit fonksiyonun hep aynı değeri aldığı için periyodik olduğunu düşünen deney grubundan D10-G kodlu öğretmen adayı (Bkz. Şekil 4.17), deney sonrasında sabit fonksiyonun neden periyodik olamayacağını şöyle açıklamaktadır:

D10-G: Önceleri sabit fonksiyonların periyodik olduğunu düşünüyordum çünkü grafik hep kendini tekrar ediyordu ama öyle değilmiş. GeoGebra yardımıyla periyodik fonksiyonun formülünü bulurken $\cos(x)$ ile $\cos(x+2\pi)$ 'nin grafiğinin aynı olduğunu gördük. Hatta $\cos(x+4\pi)$ ve $\cos(x+6\pi)$ 'ninki de aynıydı. Cosinüs'ün de periyodu 2π idi, oradan $f(x+T)=f(x)$ bulmuştuk. $T=0$ alırsak grafik kendi üzerine geliyor yani bütün fonksiyonlar periyodik oluyor, dolayısıyla T 'nin sıfırdan farklı olması gerekir. Sabit fonksiyonda da $T=0$ olduğundan fonksiyon periyodik olamaz.

Öğretmen adayının bu soruyu cevaplarırken öncelikle kavram tanımına başvurduğu ancak tanım ile imajın sürekli etkileşim içinde olduğu düşünülmektedir (Bkz. Şekil 2.3). Bu da kavram tanımı ile kavram imajı arasında olması gereken ilişkidir (Vinner, 1983).



Şekil 4.17. D10-G Kodlu Öğretmen Adayının Sontestte 6.Soruya Verdiği Cevap

Beşinci ve altıncı sorulardan elde edilen bulgular beraber düşünüldüğünde GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde öğretmen adaylarının tamamlanmamış imajlarını tamamladığı, verilen bilişsel problemi çözerken kullandıkları stratejiler değişmese bile tanımla tam örtüşen imajları sayesinde doğru cevaba ulaştıkları ve dolayısıyla anlamlı farkın buradan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi, “Deney ve kontrol grubunun öntest puanları kontrol edildiğinde sontest puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir. Bu soruya cevap bulabilmek için deney ve kontrol gruplarına sontest olarak uygulanan 24 maddelik PT2 testinden elde edilen verilerden faydalanılmış ve öntest puanları kontrol edildiğinde sontest puanlarının gruplara göre betimsel istatistikleri Tablo 4.14’te sunulmuştur.

Tablo 4.14. PT2 Sontest Puanlarının Gruba Göre Betimsel İstatistikleri

Grup	N	Ortalama (\bar{X})	Düzeltilmiş Ort (\bar{X})
Deney	28	67.39	65.53
Kontrol	30	43.07	44.80

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının PT2 sontest puanları önteste göre düzeltilmiştir, yani öntestin sontest üzerindeki etkisi istatistiksel olarak kontrol altına alınmıştır. Düzeltme öncesinde deney grubunun 67.39 olan ortalaması düzeltme sonrasında 65.53 olmuştur. Kontrol grubunun 43.07 olan ortalaması ise 44.80 olmuştur. Buradan da anlaşılacağı gibi öntest puanları kontrol edildiğinde deney grubunun ortalaması düşerken kontrol grubunun ortalaması yükselmiştir; yani düzeltme kontrol grubunun lehine olmuştur.

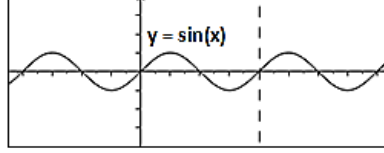
Tablo 4.15.Önteste Göre Düzeltilmiş PT2 Sontest Puanlarının Gruba Göre ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	η^2
Öntest	15454.716	1	15454.716	24.869	.000	.311
Yöntem	6149.963	1	6149.963	9.896	.003	.152
Hata	34179.830	55	621.451			
Toplam	58204.914	57				

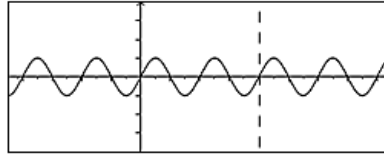
ANCOVA sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarında öğrenim gören öğretmen adaylarının önteste göre düzeltilmiş ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1,55)}=9.896$, $p<.05$, $\eta^2=.152$). Başka bir deyişle deney ve kontrol gruplarının trigonometrik fonksiyonların periyotları ile ilgili hazırlanmış PT2 testindeki erişim düzeyleri arasındaki fark GeoGebra destekli öğretimden kaynaklanmaktadır. Eta-karenin .152 çıkması, PT2 sontest erişim puanlarına ait varyansın %15'inin GeoGebra destekli öğretimden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Eta-karenin .14'ten büyük olması, GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının trigonometrik fonksiyonların periyotlarıyla ilgili hazırlanmış PT2 sontestine ait erişim puanları üzerinde geniş düzeyde bir etkisi olduğu anlamına gelir.

Nicel bulguların desteklenmesi amacıyla üçüncü alt probleme ait nitel bulgular olan GeoGebra destekli uygulamalar sırasında yapılan bazı etkinlikler, uygulama sonrasında sontest olarak uygulanan PT2 testinde $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ (ve $\cos(x)$) fonksiyonundaki bilinmeyenlerin (a , b , c ve d) periyot üzerindeki etkisi ile ilgili bazı maddeler ve yarı yapılandırılmış görüşmelere ait bazı örnekler sunulmuştur:

Aşağıda $y = \sin(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 1-8. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



1) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



Şekil 4.18. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda a Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi ile İlgili Bir Madde

D21-G ile yapılan görüşme:

Görüşmeci: (PT2 için) Birinci soruya cevap olarak (Bkz. Şekil 18) $y = \sin(2x)$ ve periyoduna π yazmışsın.

D21-G: Programda çalışırken $\sin(x)$, $-\sin(2x)$, $\sin(3x)$, $-\sin(4x)$ fonksiyonlarının periyotlarının sırasıyla 2π , $2\pi/2$, $2\pi/3$, $2\pi/4$ (Bkz. Şekil 40) olduğunu görmüştük. Yani x 'in katsayısı ile periyot ters orantılıdır, hatta a 'nın pozitif ya da negatif olması periyodu etkilememektedir. Bu nedenle öyle yazdım.

$y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ifadesinde a , b , c , d ve n olmak üzere beş parametre vardır. GeoGebra yardımıyla bu parametrelerin her birinin fonksiyonların grafik ve periyotları üzerindeki etkisini bulalım.

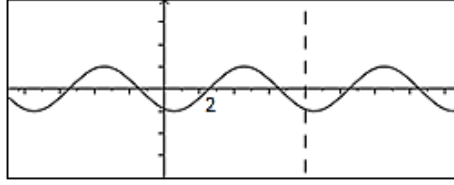
1) a 'nın etkisi: Programı kullanarak aşağıdaki fonksiyonları çizdiriniz ve periyotlarını belirleyiniz.

fonksiyon, $y=f(x)$	periyodu
$\sin(x)$	2π
$\sin(2x)$	π
$\sin(3x)$	$2\pi/3$
$\sin(x/2)$	4π
$\sin(x/3)$	6π
$\sin(-x)$	2π
$\sin(-2x)$	π
$\sin(ax)$	$2\pi/a$

a 'nın grafik üzerindeki etkisi: a artarsa grafik sıklaşır. Değer değişimi aynı kalır.
periyot üzerindeki etkisi: Periyot ile ters orantılı.

Şekil 4.19. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı

6) $y = \dots \sin(\dots) \dots$ Periyodu: \dots



Şekil 4.20. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda b Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi İle İlgili Bir Madde

D10-G ile yapılan görüşme:

Görüşmeci: (PT2 için) *Altıncı soruya cevap olarak* (Bkz. Şekil 4.20) $y = \sin(x-2)$ ve periyoduna 2π yazmışsın.

D10-G: *GeoGebra uygulamasında $\cos(x)$, $\cos(x-1)$, $\cos(x-2)$, $\cos(x+1)$ fonksiyonlarının periyotlarının aynı kaldığını görmüştük, b değişince periyodun aynı kaldığını öğrenmiştik. Sorudaki grafikte $\cos(x)$ 'in grafiği şekil olarak aynı, periyodu 2π ama 2 birim kaymış. $x-2$ mi $x+2$ mi diye düşündüm, x yerine 2 koyunca $\sin 0 = 0$ oluyor yani x 'i kesiyor, bu yüzden $\sin(x-2)$ yazdım.*

2) b 'nin etkisi: Programı kullanarak aşağıdaki fonksiyonları çizdiriniz ve periyotlarını belirleyiniz.

fonksiyon, $y=f(x)$	periyodu
$\sin(x)$	2π
$\sin(x+1)$	2π
$\sin(x+2)$	2π
$\sin(x+3)$	2π
$\sin(x-1)$	2π
$\sin(x-2)$	2π
$\sin(x+b)$	2π

b 'nin grafik üzerindeki etkisi:

+ iken sola

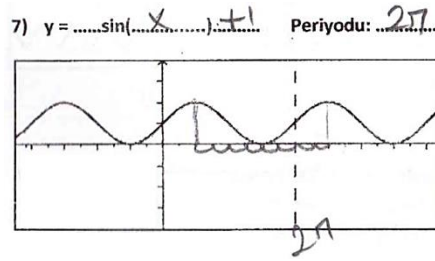
- ise sağa

periyot üzerindeki etkisi:

periyot değişmez.

genlik değişmez.

Şekil 4.21. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı



Şekil 4.22. $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda c Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi ile İlgili Bir Madde

D26-G ile yapılan görüşme:

Görüşmeci: (PT2 için) *Yedinci soruya cevap olarak* (Bkz. Şekil 4.22) $y = \sin(x) + 1$ ve periyoduna 2π yazmışsın.

D26-G: *GeoGebra dersinde c 'nin etkisini incelerken $\sin(x)$, $\sin(x)+1$, $\sin(x)+2$, $\sin(x)+3$, $\sin(x)-1$ fonksiyonlarını çizdirdik. Bu fonksiyonların hepsinin periyodu 2π idi. Sayılar değiştikçe grafik aşağı-yukarı hareket etmişti. Demek ki c periyodu değiştirmiyor, sadece grafiği aşağı-yukarı hareket ettiriyor. Bu soruda fonksiyon 1 birim yukarı çıkmış, bu nedenle $\sin(x)+1$ yazdım.*

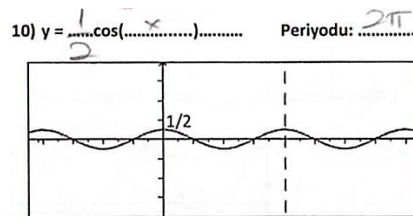
3) c 'nin etkisi: Programı kullanarak aşağıdaki fonksiyonları çizdiriniz ve periyotlarını belirleyiniz.

fonksiyon, $y=f(x)$	periyodu
$\sin(x)$	2π
$\sin(x)+1$	2π
$\sin(x)+2$	2π
$\sin(x)+3$	2π
$\sin(x)-1$	2π
$\sin(x)-2$	2π
$\sin(x)+c$	2π

c 'nin grafik üzerindeki etkisi: *pozitif eklenince yukarı, negatif eklenince aşağı gelir.*

periyot üzerindeki etkisi: *Değişmez.*

Şekil 4.23. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı



Şekil 4.24. $y = d \cdot \cos^n(ax + b) + c$ Fonksiyonunda d Bilinmeyeninin Periyot Üzerindeki Etkisi ile İlgili Bir Madde

D17-G ile yapılan görüşme:

Görüşmecisi: (PT2 için) *Dokuzuncu soruya cevap olarak (Bkz. Şekil 47) $y=2\cos(x)$ ve periyoduna 2π yazmışsın. Neden $\cos(2x)$ değil mesela?*

D17-G: *Uygulama dersinde d'nin etkisi bölümünde $\cos(x)$, $2\cos(x)$, $3\cos(x)$, $0.5\cos(x)$ fonksiyonlarının periyotlarını incelemiştik. Hepsinde periyodun aynı olduğunu ama d değıştikçe dalga boyunun değıştiğini fark etmiştik. $d=2$ olduğu için dalga boyu iki katına çıkacak, yani y en az -2, en fazla 2 olacak.*

4 ve 5. etkinlikte $y = d \cdot \cos^n(ax + b) + c$ üzerinde çalışalım.

4) d'nin etkisi: Programı kullanarak aşağıdaki fonksiyonları çizdiriniz ve periyotlarını belirleyiniz.

fonksiyon, $y=f(x)$	periyodu
$\cos(x)$	2π
$2\cos(x)$	2π
$3\cos(x)$	2π
$(1/2)\cos(x)=\cos(x)/2$	2π
$\cos(x)/3$	2π
$(-2)\cos(x)$	2π
$(-3)\cos(x)$	2π
$d \cdot \cos(x)$	2π

d'nin grafik üzerindeki etkisi:

d π genlik artır.
 sağa sola kaydırır.
 - olduğunda ters döner.
 periyot üzerindeki etkisi:
 periyot değışmez.

Şekil 4.25. Bir Öğretmen Adayına Ait Etkinlik Kâğıdı

Öğretmen adayları, $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ve diğer trigonometrik fonksiyonlardaki bilinmeyenlerin (a , b , c , d ve n) fonksiyonun periyodu üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılandırılmış etkinlik kâğıtları yardımıyla GeoGebra üzerinde uygulamalar yapmış ve buradan hareketle trigonometrik fonksiyonların periyotlarıyla ilgili genellemelere ulaşmışlardır. Bu genellemeler trigonometrik fonksiyonların periyodu ile ilgili imajlardır. Bu imajlardan bazıları şunlardır:

- “ a ’nın mutlak değeri arttıkça periyot azalır, azaldıkça periyot artar”, “ a bilinmeyeninin mutlak değeri ile periyot ters orantılıdır”.
- “ b bilinmeyi periyodu etkilemez”, “ b bilinmeyi grafiği $\pm x$ yönünde (yatay eksen) hareket ettirir (kaydırır)”, “ b arttıkça grafik sola kayar, azaldıkça sağa kayar”.
- “ c bilinmeyi periyodu etkilemez”, “ c bilinmeyi grafiği $\pm y$ yönünde (düşey eksen) hareket ettirir (kaydırır)”, “ c arttıkça grafik yukarı çıkar, azaldıkça aşağı iner”.
- “ d bilinmeyi periyodu etkilemez”, “ d bilinmeyi grafiğin değer kümesini değiştirir”, “ d arttıkça genlik büyür, azaldıkça küçülür”.
- “ n bilinmeyeninin tek-çift değerler alması periyodu etkiler”, “ n pozitif tek sayı ise sinüs ve cosinüs fonksiyonunun periyodu $2\pi/|a|$, pozitif çift sayı ise $\pi/|a|$ olur”, “ n ’nin her tam sayı değeri için tanjant ve cotanjant fonksiyonunun periyodu $\pi/|a|$ olur”.

Öğretmen adayları PT2’deki maddeleri cevaplandırırken bu imajlardan yararlanmışlardır. Periyot tanımıyla uyumlu imajlar geliştiren öğretmen adaylarının diğer öğretmen adaylarına nazaran PT2 testinden daha yüksek puanlar aldıkları görülmüştür. ANCOVA sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının erişti düzeyleri arasındaki anlamlı farkın GeoGebra destekli uygulamada öğretmen adaylarının tanımla uyumlu imajlar geliştirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

BÖLÜM 5

Sonuç ve Tartışma

Nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı bu çalışmada; ilköğretim matematik öğretmen adaylarının periyot imajları belirlenmeye çalışılmış, bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının periyot imajları ve trigonometrik fonksiyonların periyotlarına ilişkin erişim düzeyleri üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bulgulardan elde edilen sonuçlar alt başlıklar halinde sunulmuştur.

Öğretmen Adaylarının Periyot İmajları Ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Periyot İmajlarına Etkisi

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının periyot kavramına ilişkin imajlarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen 6 açık uçlu sorudan oluşan PT1 testi uygulanmış, maksimum çeşitlilik yöntemi ile seçilen bazı öğretmen adaylarıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yapılan içerik analizi sonunda öğretmen adaylarının genel anlamda sahip olduğu periyot imajları, günlük hayat imajları, lisans öncesi seviyelerde yer alan konulara ilişkin periyot imajları ve formal tanıma ilişkin imajları Tall ve Vinner'in (1981) kavram imajı – kavram tanımı teorisi göz önünde tutularak belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca grafik temsili verilen iki fonksiyonun periyodik olup olmadığı sorulmuş, buradan hareketle öğretmen adaylarının periyotla ilgili bilişsel problemleri hangi yaklaşımlarla (Bkz. Şekil 2.3-2.6) çözdüğü belirlenmeye çalışılmıştır.

Öğretmen adaylarının genel anlamda sahip oldukları periyot imajları %59 ile “belirli aralıklarla tekrarlanan olay”, %14 ile “bir olayın tekrarlanması için geçen süre” ve %19 ile “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” olarak belirlenmiştir. “Belirli aralıklarla tekrarlanan olay” imajı aslında *periyodik olay* kavramına ait bir imajdır. Shama, (1998) matematik derslerinde öğretmenlerin periyodik bir olguyu/olayı ilk kez anlatırken periyodik süreçleri kullandığını ifade eder. Bu nedenle öğretmen adaylarının periyotla ilgili kavram imajı hücrelerinde (Tall ve Vinner, 1981) periyot ile periyodik olayın birlikte bulunduğu söylenebilir. Diğer

imajlar olan “bir olayın tekrarlanması için geçen süre” ve “bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık” ise Dormolen ve Zaslavsky’ye (2003) göre periyodik bir fonksiyonun kendini tekrar ettiği “belirli bir zaman” veya “belirli bir aralık” olan *periyodudur*. Böylece araştırmamızda belirlenen imajların literatürde var olan imajlarla paralellik gösterdiği söylenebilir.

Öğretmen adaylarının “Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların %25’inde fizikle ilgili kavramlar bulunmaktadır. “Frekansın tersidir”, “bir saniyede aldığı yol”, “herhangi bir cismin belirli bir eksen çizerek bir tam turu tamamlama süresi”, “bir tam tur için geçen süre” ve “fizikteki alınan yol ile ilgili kavram” bunlardan bazılarıdır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde bu durum öğretmen adaylarına sorulmuş ve görüşmelerde elde edilen verilerden hareketle öğretmen adaylarının imajlarının ilköğretimden lisansa kadar aldıkları fizik eğitimi ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları fiziksel olaylarla şekillendiği söylenebilir. Vinner ve Dreyfus (1983), kavram imajının kavram tanımının yanı sıra kavramla ilgili örneklerden ve öğrencinin deneyimlerinden de şekillendiğini ifade eder.

Bilgisayar destekli öğretimin periyot imajları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Kontrol grubuna (30) geleneksel yöntemle periyodik fonksiyonlar işlenirken deney grubuna (28) GeoGebra yazılımı destekli uygulamalar yaptırılmıştır. Deney sonrasında her iki gruba da sontest olarak uygulanan PT1 ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin analiz edilmesiyle kontrol ve deney gruplarında imaj değişiklikleri gözlenmiştir. Bu geçişlerin anlamlı olup olmadığına Ki-Kare testi ile bakılmış, kontrol grubundaki geçişler anlamlı bulunmazken deney grubundaki geçişlerin .05 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu [$X^2=10,787$, $p<.05$] görülmüştür. Uygulama öncesinde en belirgin periyot imajı olan “belirli aralıklarla tekrarlanan olay” imajının frekansının %39’dan %64’e yükselmiş olması ve uygulama sonunda periyot kavramına uygun olmayan imajlara rastlanmaması GeoGebra ile yapılan uygulamanın periyot imajıyla tanımını yakınlaştırmaya uygun tasarlandığını gösterir. Öğretmen adayları, GeoGebra’nın geometri ve cebir pencereleri sayesinde fonksiyonların çoklu temsillerine hızlı ve etkin şekilde ulaşma imkânı bulmuş, bu sayede periyot tanımıyla uyumlu imajlar geliştirmiş veya var olan imajlarını zenginleştirmişlerdir. Çok sayıda cebirsel ifade ve grafik örneklerini hızlı şekilde üretmesi, öğrencilere denemeler yapıp sonuçlara

varma imkânı tanınması ve temsiller arası bağları vurgulaması açısından bu tür teknolojik imkânlar öğrencilerin kavram imajlarını zenginleştirecektir (Akkoç, 2006). Bu da doğru tasarlanıp uygulandığında bir öğretim etkinliğinin imajları olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir. Bu durum Tall'un (1988) bilgisayarlar sayesinde daha üst düzey bilişsel imajlar geliştirip bunları tartışmamızı sağlayacak zengin içerikler hazırlayabileceğimiz görüşünü desteklemektedir.

Öğretmen adaylarının genel anlamda sahip oldukları periyot imajlarının yanı sıra günlük hayat imajları, lisans öncesi seviyelerde periyot kavramının ilişkili olduğu konular bağlamında imajlar ve formal tanıma ilişkin imajları da belirlenmeye çalışılmış ve bilgisayar destekli öğretimin bu imajlar üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.

Öğretmen adaylarının günlük hayat imajları “zaman kavramı”, “düzenli olarak yapılan işler”, “basketboldaki periyot” ve fizikteki periyot” olarak belirlenmiştir. “Saat”, “gün”, “hafta”, “ay”, “mevsim” ve “gelgit” gibi doğa olayları “zaman kavramı” teması altında toplanırken “günde üç öğün yemek yenmesi”, “dişlerin üç defa fırçalanması”, “belli periyotlarla alınan ilaçlar” ve “ders giriş-çıkış saatleri” “düzenli olarak yapılan işler” teması altında toplanmıştır. Bu imajlar ve basketboldaki periyot imajı birlikte düşünüldüğünde günlük hayat imajlarının %85'i zaman kavramıyla ilgili olup bu oran Shama'nın (1998) çalışmasında elde ettiği %93 oranı ile tutarlıdır. Bu da Shama'nın günlük hayattaki periyodik olayların çoğunun zaman kavramına bağlı olduğu ve bu nedenle periyotla ilgili imajların genellikle zaman kavramıyla ilişkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

Bilgisayar destekli öğretimin günlük hayat imajları üzerindeki etkisi incelendiğinde imaj geçişlerinin kontrol ve deney gruplarında anlamlı olduğu görülmüştür ancak bu anlamlılığın nedeninin yapılan öğretimler olmadığı düşünülmektedir. Gerek geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunda gerekse GeoGebra destekli uygulamanın yapıldığı deney grubunda periyot kavramıyla ilgili günlük hayat örnekleriyle desteklenmiş bir öğretimin yapılmamış olması, yapılan görüşmelerde bazı öğretmen adaylarının öntestteki cevaplarla aynı cevabı vermek istemedikleri için farklı cevaplar verdiklerini söylemeleri ve bazılarınınsa akıllarına o

an gelen cevabı yazdıklarını söylemeleri buna gerekçe olarak gösterilmiştir. Tall ve Vinner'a (1981) göre belli bir zamanda aktif olan imaja uyandırılmış (evoked) kavram imajı denir ve farklı zamanlarda farklı imajlar aktif olabilir.

Öğretmen adaylarının lisans öncesi seviyelerde yer alan konulardan “trigonometri” ve “bazı fizik konuları” ile ilgili periyot imajlarının olduğu görülmüştür. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının başka konulardaki (örn: devirli ondalık sayılar ve karmaşık sayılar, Shama, 1998) periyot kavramlarını fark etmedikleri görülmüştür. Aksine “trigonometri” imajının frekansı %64'ten %86'ya çıkmıştır. Bunun nedeni kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılırken daha çok trigonometrik fonksiyonlara ait örneklerin çözülmesi ve deney grubunda GeoGebra ile trigonometrik fonksiyonların periyodikliği üzerinde uygulamalar yapılmasıdır. Öğrencilerin kavram imajlarını geliştirmeleri ve imaj-tanım hücreleri arasındaki bağlantıları nasıl kuracakları, öğrenme deneyimleri ve okudukları bölümle yakından alakalıdır (Bingölbali ve Monaghan, 2008). Vinner ve Dreyfus (1983), kavram imajının kavram tanımının yanı sıra kavramla ilgili örneklerden ve öğrencinin deneyimlerinden de şekillendiğini ifade eder.

Öğretmen adaylarının periyot kavramının formal tanımına ilişkin kavram imajlarını belirlemek amacıyla PT1'de periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımı sorulmuştur. Öğretmen adaylarının %55'i matematiksel bir tanım yazamadıkları için soruyu boş bırakırken soruya verilen cevapların %59'u periyot tanımıyla uyumludur. Öğretmen adaylarının genel imajlarının belirlendiği bölümde, adayların toplamda %92'sinin kavram tanımına uygun imajlara sahip olduğu belirlenmişti. Uygulama öncesinde hiçbir öğretmen adayı periyodik fonksiyonun formal tanımını yazmamıştır. Öğretmen adaylarının çoğu kavramların formal tanımlarının gerekli hatta tek başına yetersiz olduğunu düşünür (Soğancı, 2006), ancak verilen bir problem çözülürken kavram imajına başvurmak çoğu zaman yeterli olduğundan insanlar genelde tanıma başvurmazlar (Vinner, 1983). Burada öğretmen adaylarının problem çözerken tanıma gerek duymadıkları için tanımı gereksiz görüp öğrenmedikleri ya da unuttukları düşünülmektedir. Vinner'a göre kavram imajı ve kavram tanımı farklı hücrelerdir ancak Tall'a göre kavram tanımı yazılabilen ve

söylenebilen kelimelerden oluştuğu için zihindeki tüm kavram imajının bir parçasıdır (Tall, 2013). Bu soru analiz edilirken Tall'un yaklaşımı esas alınmış, yani kavram tanımını için verilen cevaplar da birer imaj olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının formal tanım yerine imaj yazmaları, Wawro (2011) ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin formal tanımları zengin kavram imajlarıyla ifade ettikleri sonucuyla tutarlıdır.

Uygulama sonrasında hem kontrol hem deney grubundaki imaj geçişlerinin anlamlı olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki farkın anlamlı olmasının; daha önce pasif olup ders işlendikten sonra aktifleşen imaj hücresi parçasından, işlenen ders sayesinde öğretmen adaylarının periyodik fonksiyonların formülünü öğrenmesinden veya grafik temsiline dikkat ederek imajını tamamlamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Deney grubundaki farkın anlamlı olmasının ise GeoGebra destekli öğretimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonteste *“GeoGebrada $\sin(x)=\sin(x+2\pi)=\sin(x+4\pi)\dots$ yani her 2π ilerleyişte aynı kalır... buradan $f(x)=f(x+T)$ olduğu sonucunu çıkardık...”* ifadelerini kullanan öğretmen adayı, 1.soru olan *“Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?”* sorusuna *“belli bir süre veya belli aralıklarda aynı değerleri alır, kendini tekrarlar”* cevabını vermiştir. Bu imajda geçen *“belli bir aralık”* ve *“aynı değerleri alır, kendini tekrarlar”* ifadeleri öğretmen adayının tanım yaparken sinüs ve cosinüs fonksiyonu için kullandığı *“...her 2π ilerleyişte aynı kalır”* ifadeleri ile örtüşmektedir. Burada imajın formal tanımla uyumlu olduğunu görülmektedir. Bu da GeoGebra destekli uygulama sayesinde öğretmen adaylarının periyot imajlarının tanımla daha uyumlu, teknik ve zengin bir hale geldiği şeklinde yorumlanabilir. Yanpar ve Yıldırım'a (1999) göre bilgisayar destekli eğitim; öğrencilerin derse etkin katılımlarını sağlar, öğrencilere ders saatlerinin dışında uygulama ve tekrar imkânı sağlar ve öğretimsel etkinliklerin niteliğini ve niceliğini artırır.

Grafik temsili verilen iki fonksiyonun periyodik olup olmadığı sorularıyla öğretmen adaylarının periyotla ilgili bilişsel problemleri kavram imajı – kavram tanımını teorisine göre hangi yaklaşımlarla (Bkz. Şekil 2.3-2.6) çözdüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, Shama'ya (1998) göre *“tekrar eden desenlere sahip ancak periyodik olmayan”* bir fonksiyona ve periyot tanımının bir dejenerasyonu sayılan

sabit bir fonksiyona (Dormolen ve Zaslavsky, 2003) ait grafik temsilleri verilmiş ve fonksiyonların periyodik olup olmadığı sorulmuştur. Yapılan analizler sonunda, a) hem tanım hem imaj hücrelerine başvuranların genellikle doğru cevaba ulaştıkları, b) tanımla tam olarak örtüşen imajlar geliştirenlerin sadece imaja başvurarak doğru cevaba ulaşabildikleri, ancak c) teknik içerikli problemler çözüldükten sonra sadece imaja başvuranların yanılabilen sonuçları elde edilmiştir.

Bu iki soruya sınıfta verilen cevapların analiz edilmesiyle GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde öğretmen adaylarının tamamlanmamış imajlarını tamamladığı, verilen bilişsel problemi çözerken kullandıkları stratejiler değişmeye bile tanımla tam olarak örtüşen imajları sayesinde doğru cevaba ulaşabildikleri ve Ki-Kare testiyle elde edilen anlamlı farkın buradan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarına İlişkin Erişi Düzeylerine Etkisi

Bu soruya cevap bulabilmek amacıyla deney ve kontrol gruplarının öntest puanları kontrol edildiğinde PT2 sınıfta puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için ANCOVA kullanılmıştır.

ANCOVA sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarında öğrenim gören öğretmen adaylarının önteste göre düzeltilmiş ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1,55)}=9.896$, $p<.05$, $\eta^2=.152$). Eta-karenin .152 çıkması, PT2 sınıfta erişim puanlarına ait varyansın %15'inin GeoGebra destekli öğretimden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir ki $\eta^2>.14$ olması etkinin geniş olduğunu gösterir (Büyüköztürk vd., 2010). Öğretmen adayları, uygulamalar sayesinde $y = d \cdot \sin^n(ax + b) + c$ ve diğer trigonometrik fonksiyonların periyotlarına ilişkin “ a bilinmeyeninin mutlak değeri ile periyodun ters orantılı” olduğu, “ b , c ve d bilinmeyenlerinin periyodu etkilemediği” ve “ n 'nin alabileceği değerlerin teklik-çiftlik durumuna göre periyodu etkilediği” gibi periyot tanımıyla uyumlu imajlar geliştirmiş ve PT2'deki maddeleri cevaplandırırken bu imajlardan yararlanmışlardır. ANCOVA sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının erişim düzeyleri arasındaki anlamlı farkın GeoGebra destekli uygulamada öğretmen adaylarının tanımla uyumlu imajlar geliştirmesinden

kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonuç, literatürde bilgisayar destekli öğretimin matematik öğretimi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalarla (Park, 1998; Jonassen, 2000; Güven, 2002; Güven ve Karataş, 2005; Kokol-Voljc, 2007; Lu, 2008; Filiz, 2009; Yılmaz vd., 2010; Aydoğmuş, 2010; Kepçeoğlu, 2010; Reis, 2010; Furkan, 2011; İçel, 2011; Tutkun vd., 2011; Zengin, 2011) paralellik göstermektedir.

Öneriler

Öğretmenlerin öğrencilerin kavram tanımlarının ve bu tanımlarla ilişkili imajlarının farkında olmalarının pedagojik faydaları vardır. Öğretmenler sadece öğrencilerinin temel kavramlar hakkında ne düşündüklerini öğrenmiş olmazlar, aynı zamanda bu bilgileri anlamlı ve öğrencilerin kendi oluşturacakları matematiksel fikirler inşa etmek için de kullanırlar (Wawro, 2011). Araştırmamızda kavram tanımıyla örtüşen imajlara sahip öğretmen adaylarının verilen bilişsel problemleri çözmeye daha başarılı oldukları görülmüştür. Öğretmenlere kavramların öğretiminde tanımla imajı yakınlaştıracak ders işlenişleri yapmaları, öğrencilerine kavram tanımıyla uyumlu imajlar geliştirmelerini sağlayacak proje ve performans ödevleri vermeleri önerilmektedir.

Program geliştiricilerine geliştirecekleri müfredat programlarında kavramların tanımıyla imajını yakınlaştıracak, öğrencilerin tanımla uyumlu imajlar geliştirmelerini kolaylaştıracak etkinlikler ve uygulamalara yer vermeleri önerilmektedir.

Bilgisayar destekli öğretimin periyot kavramının öğretiminde olumlu etkilere sahip olduğu görülmüştür. Kavramların öğretiminde öğretim teknolojilerinden daha fazla yararlanılmalı ve teknoloji kullanımının etkisini artırıcı etkinlikler düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

Akdağ, M. (2008). *SPSS'de İstatistiksel Analizler*. <http://okul.selyam.net/docs/index-21622.html> (10.10.2012 tarihinde erişildi)

Akkoç, H. (2006). Fonksiyon Kavramının Çoklu Temsillerinin Çağrıştırdığı Kavram Görüntüleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 30. 1-10

Aktümen, M. ve Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8.Sınıflarda Harfli İfadelerle İşlemlerin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Rolü ve Bilgisayar Destekli Öğretim Üzerine Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*. Cilt 11: No:2.

Attorps, I. (2006). *Mathematics Teachers' Conceptions About Equations*. Doktora Tezi. Department of Applied Sciences of Education, University of Helsinki. Finland.

Avgören, S. (2011). *Farklı Sınıf Seviyelerindeki Öğrencilerin Katı Cisimler (Prizma, Piramit, Koni, Silindir, Küre) İle İlgili Sahip Oldukları Kavram İmajı*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Baki, A. (1996). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Her Şey Midir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. (12). 135-143.

Baki, A. (2001). Bilişim Teknolojisi Işığında Matematik Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, (149).

Baki, A. (2002), *Öğrenen ve Öğretenler İçin Bilgisayar Destekli Matematik*, Ceren Yayın-Dağıtım, İstanbul.

Baki, A., Güven, B. ve Karataş, İ. (2002). *Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Keşfederek Öğrenme*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt: II, 884-891, ODTÜ, Ankara.

Balcı, A. (2009). *Sosyal Bilimlerde Araştırma*. Pegem A Yayınevi, Ankara.

Baldin, Y.Y. (2002). On Some Important Aspects in Preparing Teachers to Teach with Technology. *Proceedings of ICTMT2*, Crete, Greece.

Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim Elemanlarının Ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri Işığında Matematik Öğretiminde GeoGebra Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Berry, J., Norcliffe, A. and Humble, S. (1989) *Introductory Mathematics Through Science Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.

Beydoğan, H.Ö. (1998). *Çocuklarda Kavram Öğrenme ve Kavram Öğretme*. Atatürk Üniversitesi Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Bialo, E.R. and Sivin-Kachala, J. (1996). The Effectiveness of Technology in Schools: A Summary of Recent Research, *SLMQ Volume 25, Number 1, Fall 1996*

Bingölbali, E. and Monaghan, J. (2008). Concept Image Revisited. *Educ Stud Math* 68: 19–35. DOI 10.1007/s10649-007-9112-2

Blackett, N. and Tall, D. (1991). *Gender and the Versatile Learning of Trigonometry Using Computer Software*. 15th PME Conference, June 29-July 4, Italy.

Borg, W.R. and Galf, M.D. (Çeviren: Köklü, N). (1997). Değişimin Ölçülmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, Cilt: 30 Sayı: 1

Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans Analizi (Varyans Analizi İle Karşılaştırmalı Bir İnceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi Cilt: 31 Sayı: 1*

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. (Altıncı Baskı). Pegem Akademi Yayınları, Ankara.

Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2010). *Sosyal Bilimler İçin İstatistik*. (Beşinci Baskı). Pegem Akademi Yayınları, Ankara.

Byers, P.E. (2001). *Transition To College Mathematics: An Investigation Of Trigonometric Representations As A Source Of Student Difficulties*. Doktora Tezi, York University, Toronto, Ontario.

Ceylan, T. (2012). *Geogebra Yazılımı Ortamında İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik İspat Biçimlerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara

Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative and Mixed Methods Approaches*. London: SAGE.

Çetin, N. (2009). The Performans of Undergraduate Students in the Limit Concept. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(3), 323-330.

Davenport, D., Gun, L., Onvural, R. and Gelenbe, E. (1993). Inscriptors: Knowledge Representation for Cognition, *Proceedings of ISCIS-8 Istanbul Nov.* 1-3.

Delice, A. ve Sevimli, E. (2011). İntegral Kavramının Öğretiminde Konu Sıralamasının Kavram İmgeleri Bağlamında İncelenmesi; Belirli Ve Belirsiz

İntegraller. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı 30 (Temmuz 2011/II)*, ss. 51-62

Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level, *ComSIS* (6).

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

Eraslan, A. (2005). *A Qualitative Study: Algebra Honors Students' Cognitive Obstacles as They Explore Concepts of Quadratic Functions*. Doktora Tezi. The Florida State University College of Education. Florida.

Erbaş, K.A. (2005). Çoklu Gösterimlerle Problem Çözme Ve Teknolojinin Rolü. *TOJET*, 4 (4).

Ersoy, Y. ve Baki, A. (2004). *Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi İçin Okullarda Aşılması Gereken Engeller*. <http://akifaltundal.net/tur/content/view/403/35/> (Erişim Tarihi: 30.05.2012)

Fidan, N. (1985). *Okulda Öğrenme ve Öğretme*. Alkım Yayınevi. Ankara.

Filiz, M. (2009). *Geogebra ve Cabri Geometri II Dinamik Geometri Yazılımlarının Web Destekli Ortamlarda Kullanılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Gökçek, T. (2004). The Role of Technology in Teaching and Learning Mathematics. *Akademik Bilişim 04 Konferansı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 11-13 Şubat, Trabzon.

Glklık, H. (2008). *ğretmen Adaylarının Bazı Geometrik Kavramlarla İlgili Sahip Oldukları Kavram İmajlarının Ve İmaj Gelişiminin İncelenmesi Üzerine Fenomenografik Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Güven, B. (2002). *Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Keşfederek Öğrenme*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2005). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Oluşturmacı Öğrenme Ortamı Tasarımı: Bir Model, *İlköğretim Online*, 4(1), 62-72

Hızal, A. (1992), İlköğretim Uygulamalarında Eğitim Teknolojisinden Yararlanma Olanakları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 8.

Hohenwarter, M. and Fuchs, K. (2004). *Combination of Dynamic Geometry, Algebra and Calculus in the Software System GeoGebra*. http://www.GeoGebra.org/publications/pecs_2004.pdf (Erişim tarihi: 29.11.2011)

Hohenwarter, M. and Jones, K. (2007). Ways of Linking Geometry and Algebra: The Case of GeoGebra, *Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics*, 27,3.

Hohenwarter, J., Hohenwarter, M. and Lavicza, Z. (2009) Introducing Dynamic Mathematics Software to Secondary School Teachers: The Case of GeoGebra, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* (2009), 28(2), 135-146.

İçel, R. (2001). *Bilgisayar Destekli Öğretimin Matematik Başarısına Etkisi: Geogebra Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Konya.

Jonassen, D.H. (2000). *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, Inc.

Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y. ve Bulut, M. (2010). GeoGebra ve GeoGebra ile Matematik Öğretimi, *First Eurasia Meeting Of GeoGebra (EMG): Proceedings*

Kepceoğlu, İ. (2010). *GeoGebra Yazılımıyla Limit Ve Süreklilik Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Başarısına Ve Kavramsal Öğrenmelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.

Köklü, O. and Topçu, A. (2012). Effect of Cabri-Assisted Instruction on Secondary School Students' Misconceptions about Graphs of Quadratic Functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*

Lu, Y.W.A. (2008). English and Taiwanese Upper Secondary Teachers' Approaches to the Use of GeoGebra, *Acta Scientiae*, v.10, n.2, jul./dez. Canoas, Brazil.

MEB, (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı*. <http://ttkb.meb.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 27.02.2011)

MEB, (2011). *Ortaöğretim Matematik Dersi 9-12. Sınıflar Öğretim Programı* <http://ttkb.meb.gov.tr/program.aspx> (Erişim Tarihi: 30.11.2011)

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA.

National Council of Teachers of Mathematics (NTCM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.

Park, O. (1998). Visual Displays and Contextual Presentations in Computer-Based Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 46(3), 37-50.

Powers, R. and Blubaugh, W. (2005). Technology in Mathematics Education: Preparing Teachers for the Future. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5(3/4).

Preiner, J. (2008). *Introducing Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teacher: The Case of GeoGebra*. Dissertation in Mathematics Education, University of Salzburg.

Risku, P. (1996). Mathematics Teachers' Approaches to Computer-Based Instruction, *Scandinavian Journal of Educational Research*, 137, 40-59

Selçuk, N. ve Bilgici, G. (2011). Geogebra Yazılımının Öğrenci Başarısına Etkisi. *Kastamonu Education Journal*. Vol:19 No:3. 913-924

Senemoğlu, N. (1998). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim. Kuramdan Uygulamaya*. Özsen matbaası. Ankara.

Shama G. (1998). Understanding Periodicity as a Process with a Gestalt Structure. *Educational Studies in Mathematics* 35: 255–281

Shriki A. and David H. (2001). How do Mathematics Teachers (inservice and pre-service) Perceive the Concept of Parabola? *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Utrecht. Netherland. Vol 4*. 169-176

Soğancı, Ö. (2006). *Öğreniminde Ve Öğretiminde Öğretmen Adaylarının Matematiksel Tanımlara Yaklaşımları Üzerine Fenomenografik Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik*. (Birinci Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Tall, D. and Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics, with Special Reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169.

Tall, D. (1988). Concept Image and Concept Definition, *Senior Secondary Mathematics Education. OW&OC Utrecht*. 37-41.

Taş, M. (2010). *Dinamik Matematik Yazılımı GeoGebra İle Eğrisel İntegrallerin Görselleştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul

Tezci, E. ve Perkmen, S. (2011). *Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu*. Pegem Akademi Yayıncılık. Ankara.

Thomas, G.B., Weir, M.D. and Hass, J. (2010). *Thomas' Calculus I*. 12th Ed. Pearson Education, Boston. 2010

Tutkun, Ö., Öztürk, B. ve Demirtaş, Z. (2011). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Yazılımları Ve Etkililiği. *Journal Of Educational And Instructional Studies in The World*, 1(1).

Ulutaş, F. ve Ubuz, B. (2008). Matematik Eğitiminde Araştırmalar ve Eğilimler: 2000 ile 2006 Yılları Arası. *İlköğretim Online*, 7(3), 614-626,

Ülgen, G. (2004). *Kavram Geliştirme*. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara

Vinner, S. and Hershkowitz, R. (1980). Concept Images and Some Common Cognitive Paths in the Development of Some Simple Geometric Concepts. *Proceedings of the Fourth International Conference of P.M.E., Berkeley*, 177-184.

Vinner, S. (1983). Concept Definition, Concept Image and the Notion of Function. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, 1983, Vol. 14, No. 3, 293-305

Vinner, S. and Dreyfus, T. (1989). Images and Definitions for the Concept of Function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(4). 356-366.

Vinner, S. (1991). *The Role of Definitions in the Teaching and Learning of Mathematics*, in D. Tall (Ed.) Advanced Mathematical Thinking, Kluwer Academic Pub. Dordrecht, p. 65–81.

Wawro, M., Sweeney, G.F. and Rabin, J.M. (2010). Subspace in Linear Algebra: Investigating Students' Concept Images and Interactions with the Formal Definition. *Educ Stud Math* (2011) 78

Wenglinsky, H. (1998). Does it Compute? The Relationship between Educational Technology and Student Achievement in Mathematics. Educational Testing Service Policy Information Center. (04.08.2013 tarihinde erişildi) <http://www.ets.org/Media/Research/pdf/PICTECHNOLOG.pdf>

Yanpar, T. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (Sekizinci Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Yıldırım, H.H. ve Yıldırım, S. (2011). Hipotez Testi, Güven Aralığı, Etki Büyüklüğü ve Merkezi Olmayan Olasılık Dağılımları Üzerine *İlköğretim Online*, 10(3), 1112-1123

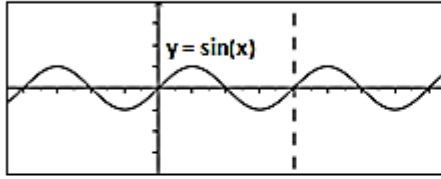
Yılmaz, G.K., Ertem, E. ve Güven, B. (2010). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri'nin 11.Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Konusundaki Öğrenmelerine Etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol.1 No.2 (2010)*, 200-216

Zengin, Y. (2011). *Dinamik Matematik Yazılımı Geogebra'nın Öğrencilerin Başarılarına Ve Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.

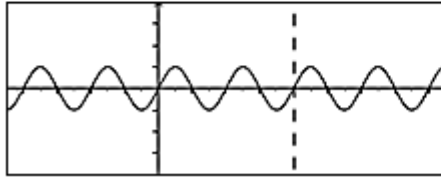
Ek-2. PERİYOT TESTİ 2 (PT2)

PERİYOT TESTİ - II

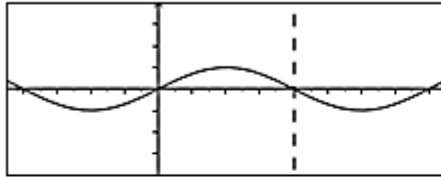
Aşağıda $y = \sin(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 1-8. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



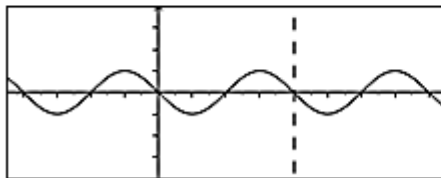
1) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



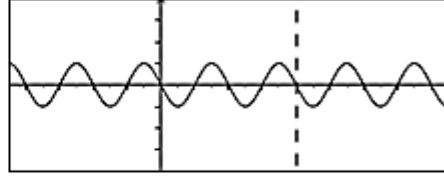
2) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



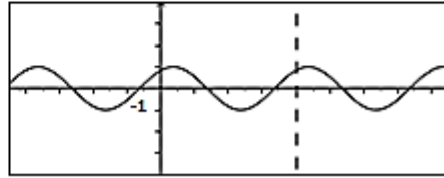
3) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



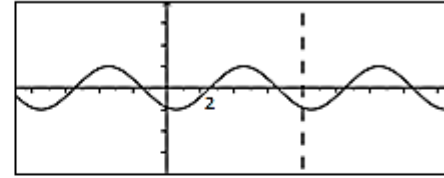
4) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



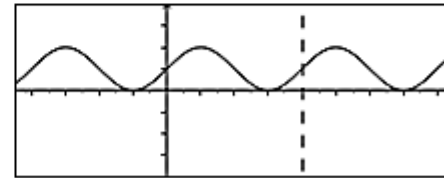
5) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



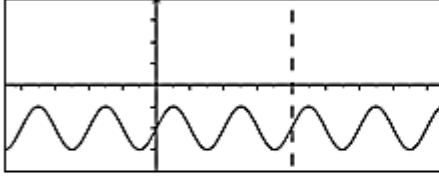
6) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



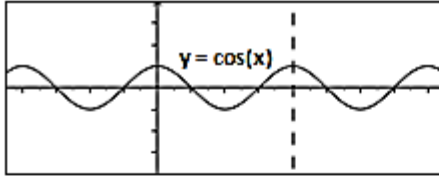
7) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



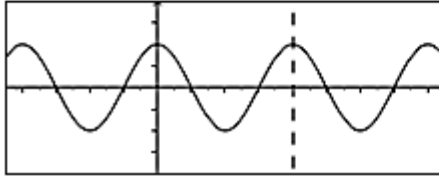
8) $y = \dots \sin(\dots)$ Periyodu:



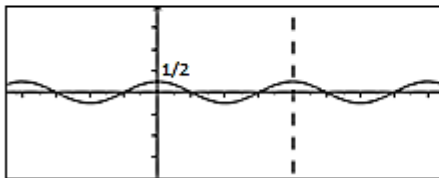
Aşağıda $y = \cos(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 9-16. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



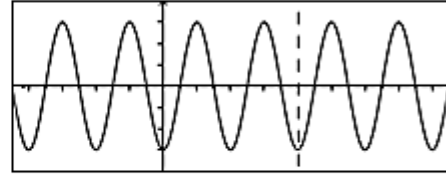
9) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



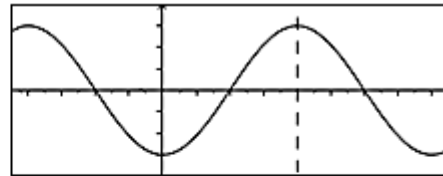
10) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



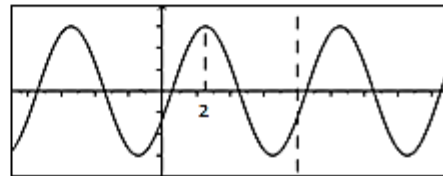
11) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



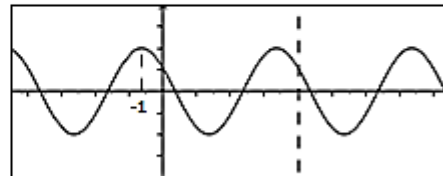
12) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



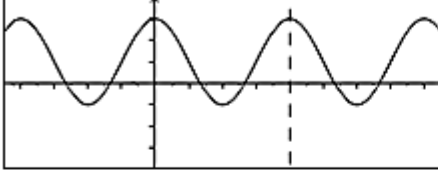
13) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



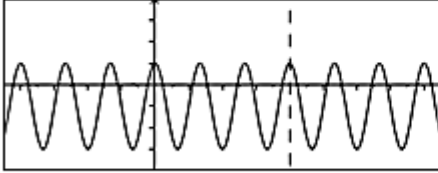
14) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



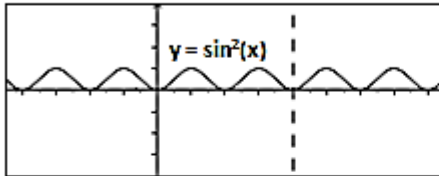
15) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



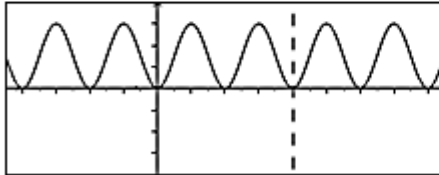
16) $y = \dots \cos(\dots)$ Periyodu:



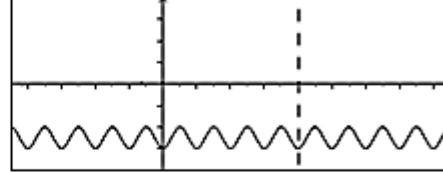
Aşağıda $y = \sin^2(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 17 ve 18. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



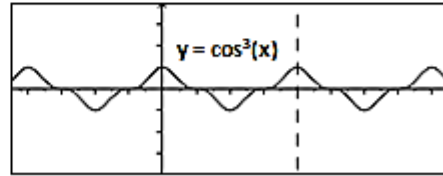
17) $y = \dots \sin^2(\dots)$ Periyodu:



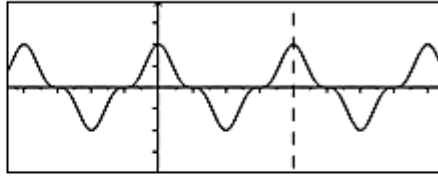
18) $y = \dots \sin^2(\dots)$ Periyodu:



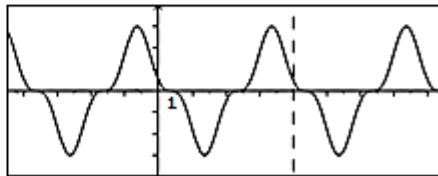
Aşağıda $y = \cos^3(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 19 ve 20. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



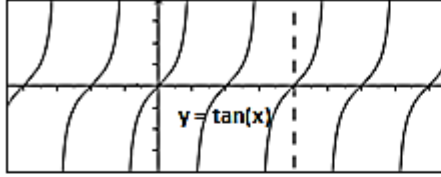
19) $y = \dots \cos^3(\dots)$ Periyodu:



20) $y = \dots \cos^3(\dots)$ Periyodu:



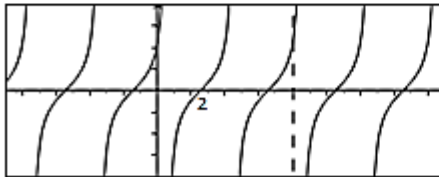
Aşağıda $y = \tan(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 21 ve 22. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



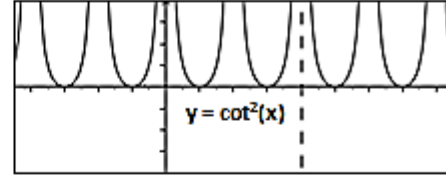
21) $y = \dots \tan(\dots)$ Periyodu:



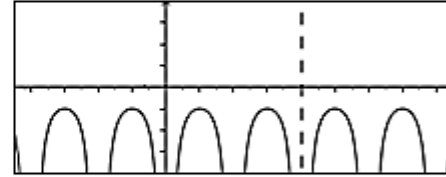
22) $y = \dots \tan(\dots)$ Periyodu:



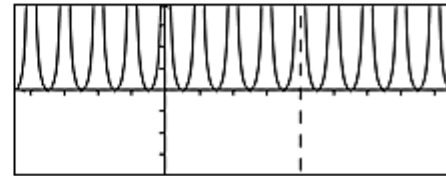
Aşağıda $y = \cot^2(x)$ fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre 23 ve 24. sorularda verilen grafiklere karşılık gelen fonksiyonu ve periyodunu yazınız.



23) $y = \dots \cot^2(\dots)$ Periyodu:



24) $y = \dots \cot^2(\dots)$ Periyodu:



TEŞEKKÜRLER.

Ek-3. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 1.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	1.SORU: Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?	KOD
	Herhangi bir durumun belli bir süreç içerisinde kendini tekrara geçmesi periyodik bir olaydır.	K1-G
	Belli aralıkta tekrar eden düzenektir.	K3-G
	Art arda gelen birbirinin benzeri olan her şey	K5
	Belli aralıkta tekrar etme	K6
	Belli aralıkta tekrar eder.	K7
	Aralıkları aynı oranda olan durumlara denir.	K9
	Belirli aralıklarla tekrarlanan şeyler	K10-G
	Belirli aralıklarla artan ya da azalan değerler. Sürekli olur.	K11
	Bir olayın tekrarlaması, frekansın tersidir.	K12
	Belirli aralıklarla tekrar eden kavramlardır.	K14
	Belli aralıklarla aynı şekilde devretme	K15-G
	Aynı şeyin belli zaman aralıklarıyla tekrar etmesi	K16-G
	Düzenli tekrarlar. Aynı şey tamamlayacak.	K17-G
	Eşit aralıklarla artan ya da azalan değerlerdir.	K18
	Belli aralıklarla tekrarlanma	K19
	Bir düzeneğin bir tam tur atmasıdır	K20-G
	Sürekli tekrar etmedir.	K21
Belirli aralıklarla tekrarlanan olay	Belli aralıklarla arka arkaya gelen kavramlar	K22
	Belli aralıklarla tekrar eder.	K25
	Günlük, aylık, yıllık olarak ya da belli bir zaman diliminde tekrar eden olaylar	K26
	Aynı aralıklarla tekrar etmek, devretmek	K27-G
	Kendini sürekli tekrar etmektir.	K29
	Belli aralıklarla tekrar eden, düzenli değişim.	K30
	Düzenli olarak devam eden ve tekrar eden olaylar	D2
	Bir şeyin kendini belli zaman aralıklarında tekrarlaması	D3
	Belli zaman aralıklarıyla tekrarlayan ritim	D6
	Belli aralıklarda tekrarlanan şeyler	D7
	Dönüp dolaşıp aynı yere gelmektir.	D9-G
	Düzenli olarak belirli aralıklarla devam eden	D13
	Belirli aralıklarla belirlenen bir şey	D14
	Belli sürelerde belirli şartlar altında belirli aralıklarda belirli sonuçlar veren sistemdir. Bir süre sonra şart değiştiğinde düzenli olarak tekrar aynı sonucu verebilmeli.	D20
	Bir saniyede aldığı yol. $T=1/f$ Düzgün tekrarı olan şeylerde olur. Rutin işlerdir.	D21-G
	Bir işin belirli zaman aralıklarında yapılması	D22
	Bir şeyin belirli aralıklarla yapılmasıdır.	D25

Bir olayın tekrarlanması için geçen süre	Herhangi bir cismin belirli bir eksen çizerek bir tam turu tamamlama süresi	K8
	Yapılan işin bir saniyedeki zamanı	D1
	Bir tam tur için geçen süre, bir tepe bir çukur	D4
	Bir cismin bir tam tur atması için geçirdiği süredir. π , 2π ... tam açı belirtir. Bir olayın gerçekleşme sürecidir.	D10-G
	Bir tam tur için, bir tam salınım için, bir tam dönme için geçen süre	D11-G
	Bir tur için gereken süredir.	D12
	Bir tur atılması için geçen süre	D15
	Herhangi bir durumun düzenli olarak gerçekleşme süresi veya aralığı.	D17-G
Bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık	Tekrar etme aralığı, miktarı	K2-G
	Belli bir değerle değişen aralıklar	K4
	Düzenli aralıklar.	K23
	Değişikliği aynı aralıklarla göstermek	K24
	Tekrarlanan aralık	K28
	Önceden belirlenmiş uzunluklar	D8
	Fizikteki alınan yol ile ilgili kavram	D18-G
	Sürelili olan bir şeydir. Eşit sürelerde alınan yol gibi düşünülebilir. $T=1/f$	D19-G
	Saniyede alınan yol	D23
	Bir saniyede alınan yol	D24
Bir devam eden yolda alınan eşit aralıklardır.	D26-G	
Diğer	Birim zamanda yapılan iş.	K13
	Belli bir şeyin kısımlara ayrılması	D5
	Otogarda otobüslerin durduğu yer	D16-G

Ek-4. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 2.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	2.SORU: Periyot kavramıyla ilgili günlük hayattan örnekler veriniz.	KOD
Zaman kavramı	Günler. Gece ve gündüz birbirini takip eder.	K1-G
	Saatin kadrının dönmesi, mevsimlerin oluşması, haftanın 7 günde başa dönmesi	K3-G
	Günler. Kullandığımız saatler. Gece gündüz.	K5
	Saat	K7
	Yelkovanın bir dakika içindeki tam dönüşü	K8
	Otobüslerin gidiş dönüş yapması. Atletlerin pist etrafında turlaması. Dünyanın güneş etrafındaki düzenli hareketi	K12
	Saatin dakikasının 60 saniyede bir ilerlemesi	K13
	Mevsimler, aylar, 23 Nisan kutlamaları	K14

	Haftanın günleri, gece gündüz	K15-G
	Günler (24 saat ara)	K16-G
	Sabah kahvaltı saati, mevsimler, gece gündüz	K17-G
	Mevsimler	K18
	Dünyanın kendi etrafında dönmesi	K21
	Günler, saat	K22
	Zaman, günler, saatler haftalar	K25
	Uyumak, sabah akşam, yemek saatleri	K26
	Gece gündüz, haftanın günleri	K27-G
	Günler saatler (zaman), su yay dalgaları	K30
	Gece gündüz oluşumu	D2
	Saat 00.00-24.00 arası geçen süre	D4
	Saatin hareketi, sabit hızla damlayan musluk	D6
	Saatın bir dakikada yaptığı düzenli tur, yılın 365 gün olması	D9-G
	Fizikte asılı bir cismin bir tam salınım yapması için geçen süre. Bir günün 24 saat olması	D10-G
	Saat	D13
	Saat dilimleri (sabah öğle akşam), saatlerle aralıklar belirlenmiş ve her gün tekrar ediyor.	D14
	Gelgit olayı	D24
	Güneşin doğuş batışı	D25
	Bir yıl	D27
	Derslerin 40 dk. olması	K2-G
	Yemek saatleri	K4
	Okulda gördüğümüz derslerin zaman aralıkları	K9
	Yemek saatleri	K11
	Otobüslerin gidiş dönüş yapması. Atletlerin pist etrafında turlaması. Dünyanın güneş etrafındaki düzenli hareketi	K12
	Mevsimler, aylar, 23 Nisan kutlamaları	K14
	Sabah kahvaltı saati, mevsimler, gece gündüz	K17-G
	Otobüslerin geçme aralıkları, ders saatleri	K19
	Her yıl periyodik olarak yılbaşı kutlanır.	K20-G
	Biyolojik saatten periyotlar halinde yapılan yemek yeme eylemine kadar birçok örnek verilebilir.	K23
	Uyumak, sabah akşam, yemek saatleri	K26
	Kuşların göç etmesi	K28
	Yürümek, kalp atış çizelgesi	K29
	Lise 4 öğrencisinin hayatı (ev okul dershane arası)	D3
	Basketboldaki periyotların 15 dk. olması, ilk ve ortaöğretimde derslerin 45 dk. olması	D7
	Belli periyotlarla alınan ilaçlar	D8
	Günlük periyodik olarak dişimizi üç defa fırçalarız.	D12
	Periyodik olarak üç öğün yemek yeriz.	D15
	Kalbimizin atma aralıkları veya saat	D17-G
	Düzenli uyku. Yemek saatleri. Okul ders saatleri	D21-G
	1 adım	D23

Düzenli olarak yapılan işler

Basketboldaki Periyot	Basketboldaki periyotlar	D1
	Basketbol maçındaki periyotlar	D5
	Basketboldaki periyotların 15 dk. olması, ilk ve ortaöğretimde derslerin 45 dk. olması	D7
	Basketbol maçlarında.	D16-G
	Basketbol maçları. fizik dalgalar	D22
	Maçta 3.periyot	D19-G
	Maçta söylenen periyotlar	D26-G
Fizikteki Periyot	Bir yayın sıkışıp gevşemesi	K6
	Yay dalgası	K10-G
	Su dalgaları	K24
	Günler saatler (zaman), su yay dalgaları	K30
	Basketbol maçları. Mat trigonometri ve fizik dalgalar	D22
	Fizikte asılı bir cismin bir tam salınım yapması için geçen süre. Bir günün 24 saat olması	D10-G
Diğer	Birim çember	D11-G
		D18-G, D20, D28

Ek-5. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 3.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	3.SORU: İlköğretim ve ortaöğretim matematik programlarından periyot kavramıyla ilişkisi olan kavramları yazınız.	KOD
Trigonometri	Oö trigonometri, trigo fnk	K1-G
	Esas periyot, tam sayılar	K2-G
	Oö sarkaç, yayların harmonik hareketi, trigonometriyi dalgaları öğrenirken	K3-G
	Trigonometri	K4
	Trigonometri fnk grafikleri	K5
	Trigonometri	K7
	Fnk, Trigonometrik fnk	K8
	Trigonometri	K9
	Trigonometrik fnk grafik	K10-G
	Trigonometri	K11
	Trigonometri	K12
	Trigonometrik fnk	K13
	Trigonometrik fnk grafik	K14
	Dalgalar yay Trigonometri	K15-G
	Trigonometrik bağıntılar	K16-G
	Çokgende iç açılar toplamı $180(n-2)$ 180 in katıdır.	K17-G
	Oö Trigonometri, iö hayat bilgisi	K18
	Trigonometrik denklemler	K19
	İö saat, oö Trigonometri	K20-G
	Trigonometrik fnk grafik	K21

	Trigonometrik fnk	K22
	Trigonometri, hareketlinin belli periyotlarda belli mesafe alması, dairesel pist sorularında koşucunun yol alması	K23
	Trigonometrik periyot	K24
	Trigonometri	K25
	Trigonometri	K26
	Esas periyot	K27-G
	İö mevsimler, Oö Trigonometri	K28
	Trigonometrik fnk grafik	K29
	Trigonometri	K30
	Trigonometri. Esas periyot	D2
	Trigonometri	D4
	Trigonometri. $T.f=1$	D5
	Trigonometri	D8
	Trigonometri	D9-G
	Trigonometri. Birim çemberde tamamına 2π dediğimiz şey	D11-G
	Trigonometri	D12
	Trigonometri	D13
	Trigonometrik fnk	D15
	Trigonometri	D17-G
	Trigonometri, özel tanımlı fnk	D19-G
	Trigonometri	D20
	Trigonometri, $T=1/f$	D23
	Trigonometri	D25
	Trigonometri, frekans	D26-G
Fizikteki Periyot	Oö sarkaç, yayların harmonik hareketi, trigonometriyi dalgaları öğrenirken	K3-G
	Yay sarkaç su zaman frekans	K6
	Dalgalar yay Trigonometri	K15-G
	Trigonometri. $T.f=1$	D5
	Frekans	D6
	Trigonometri, $T=1/f$	D23
	$T=1/f$	D24
Diğer	Trigonometri, hareketlinin belli periyotlarda belli mesafe alması, dairesel pist sorularında koşucunun yol alması	K23
	Çemberde tur atırma. Hareket soruları	D18-G
	Çemberli hareket problemleri	D21-G
	Fnk, Trigonometrik fnk	K8
	Trigonometri, özel tanımlı fnk	D19-G
	Esas periyot, tam sayılar	K2-G
	Çokgende iç açılar toplamı $180(n-2)$ 180 in katıdır.	K17-G
	Trigonometri	
	Oö Trigonometri, İö hayat bilgisi	K18
	İö mevsimler, Oö Trigonometri	K28
Oran orantı, işçinin iş yapabilme süresi	D10-G	

Ek-6. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 4.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	4.SORU: Periyodik fonksiyonun formal (matematiksel) tanımını yapınız.	KOD
Periyot tanımıyla uyumlu imajlar	Verilen fonksiyonu kuralına göre işlem yaptığımız, belli aralıkların sonunda görüntü kümesinin belli elemanlarına yinelenerek tanımlanıyorsa periyodik fonksiyondur.	K1-G
	Tanım kümesinin eşit aralıklarında, görüntü kümesinin eşit aralıklarla değer aldığı fonksiyondur.	K3-G
	Değerler verildikçe bir düzen dâhilinde aynı devirli sonuçlar çıkıyorsa periyodiktir deriz.	K6
	Belli aralıklarla tekrar eden fonksiyonlardır.	K7
	<i>Grafikle gösterilmiş(y=sinx çizilmiş)</i>	K9
	Grafiği belli değerler arasında benzerlik gösteren fonksiyonlar. Örneğin belli x değerleri aralığında y'ye aynı değerlerin gelmesi	K12
	Bir grafiğin ya da fonksiyonun belli aralıklarla tekrar etmesi	K16-G
	Bir grafiğin birbirini aynen tekrar eden kısımlardan oluşması	K17-G
	Görüntü kümesinin belli değerlerde eşit aralıklarla sonuç bulması	K18
	Belli aralıklarla fonksiyonun değerinin tekrarlanması	K19
	Grafiğini çizdiğimizde aynı şekli sabit aralıklarla yineliyorsa	K24
	Belli bir düzen içinde gerçekleşen olayların birbirini takip etmesi	K26
	Grafikte fonksiyon sürekli kendini tekrar ediyorsa buna periyodik fonksiyon denir.	K29
	Grafiği belli bir yerden sonra tekrarlanıyorsa periyodik fonksiyondur.	D1
	Grafiği belli bir yerden sonra kendini tekrarlayan fonksiyondur.	D3
Periyot tanımıyla kısmen uyumlu / tamamlanmamış imajlar	Periyodik fonksiyon belirli olan aralıklarda aynı değeri alan fonksiyondur.	D9-G
	Bir fonksiyonun tekrar etmesidir.	D12
	Belirli aralıklarla tekrar eden değerler alan fonksiyon	D13
	Belli aralıklarla arka arkaya değer alan denklemlerdir.	K22
Periyot kavramına uygun olmayan imajlar	Açıların 360 ⁰ ye tamamlanmasıyla oluşan tekrarlar	D6
	Sin=2π/a ve Tan=π/a	D18-G
	Aralıkları eşit olan fonksiyondur.	D19-G
	Fonksiyonun belirli aralıklardaki değişimi	D22
Periyot kavramına uygun olmayan imajlar	$x+2\pi k$	K20-G
	Birim zamanda yapılan iş	K13
	$D/180^0=R/\pi$	D11-G

Ek-7. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

Tema	D (-)	Y (+)	Açıklama	KOD
	x		aralıkları eşit	K4
	x		8 birim aralıklarla tekrarlanmış	K10-G
	x		aralıkları eşit	K11
	x		8 birim aralıklı ve eşit	K20-G
	x		aralıklar düzenli	K23
Yatay değişim aynı	x		belirli aralıklarla ilerlemiş	K27-G
	x		belli aralıklarla gitmiş, büyümüş	D14
	x		8 birim aralıklı ve eşit	D15
	x		aralıklar aynı, rutin ve düzgün	D21-G
	x		aralıklar eşit	D26-G
	x		dalgalar eşit ve simetrik	K8
	x		3 parça kendi içinde periyodik	K3-G
	x		tam tur atmış	D4
Açıklama yapılmamış	x			D2, D5
		x	kendini tekrarlamamış	K1-G
		x	tekrarlı değil	K2-G
		x	birbirine benzemiyor	K5
		x	belli aralıklarla tekrar yok	K7
		x	değişiklik var	K9
		x	belli aralıklarla tekrar yok	K12
		x	sabit bir oran yok	K13
		x	aynı şekilde tekrar etmemiş	K14
		x	değişim eşit aralıklarda olmamış	K15-G
		x	aynı şekilde tekrar etmemiş	K16-G
		x	tekrarlı değil	K17-G
		x	şekil tekrar etmiyor, değişiyor	K19
Düzenli aralıklarla tekrar etmemiş		x	birbirine benzemiyor	K22
		x	birbirine benzemiyor	K24
		x	düzen yok	K25
		x	tekrarlı değil	K26
		x	şekil tekrar etmiyor	K28
		x	düzen yok	K29
		x	düzen yok	K30
		x	kendini tekrarlamamış	D1
		x	kendini tekrarlamamış	D3
		x	dönümleri eşit değil	D6
		x	belli aralıklarla tekrar yok	D7
		x	aralıklar birbirinin aynısı değil	D8
		x	şekil tekrar etmemiş	D10-G
		x	düzenli yollar almıyor	D11-G

	x	düzen yok	D18-G
	x	şekiller birbirinden farklı	D19-G
	x	düzen yok	D25
	x	tekrar yok	D27
	x	şekil tekrar etmiyor	D28
Düşey değişim farklı	x	düşey değişim farklı	D9-G
	x	yatayda 4'er değişirken, düşeyde a, b, c, d, e farklıdır (Bkz. Şekil 4.9)	D12
	x	düşey değişim farklı	D17-G
Açıklama yapılmamış	x		K6, K21, D13, D16-G
	x		D20, D22, D23, D24

Ek-8. Öğretmen Adaylarının Öntestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

Tema	D (-)	Y (+)	Açıklama	KOD
Düzenli tekrar var	x		kendini sürekli tekrarlamış	K1-G
	x		düzen bozulmamış	K27-G
	x		noktalar kendini tekrar etmiş	K29
	x		kendini tekrarlamış	D1
	x		her saniye kendini tekrarlıyor	D3
	x		belli şartlarda belli sonuçlar var, şartlar değiştikçe sonuçlar aynı	D20
	x		düzen var	D25
Sabit fonksiyon	x		düz devam etmiş	K5
	x		sabit bir oranda ilerliyor	K13
	x		istikrar var	D8
	x		grafik hep aynı	D10-G
	x		şekil değişmemiş	D15
	x		sabit değişim var	D18-G
Açıklama yapılmamış	x			K6, K21, K22, K24, K25
	x			D13, D23, D24
Değişim yok, fonksiyon sabit		x	tekrar etmemiş	K2-G
		x	sürekli aynı şekilde ilerleme var	K3-G
		x	sabit, değişim yok	K7
		x	değişim yok	K9
		x	sabit	K10-G
		x	değişim yok	K14
		x	sabit, herhangi bir değişim veya devretme yok	K15-G
		x	sabit	K16-G
		x	sabit	K17-G
		x	sabit	K18

	x	sabit	K19
	x	değişim yok	K20-G
	x	değişim yok	K26
	x	sabit, değişim yok	K30
	x	$y=a$ doğrusu	D2
	x	ritim, hareket yok	D6
	x	sabit	D9-G
	x	sonu belli değil	D11-G
	x	sürekli, düz	D14
	x	sabit	D16-G
	x	sabit	D17-G
	x	tekrar yok, sürekli bir durum yok	D21-G
Belirli bir aralık yok	x	aralık yok	K11
	x	belirli bir aralık yok	K23
	x	değişen x için aralık belli değil	D12
	x	sabit, belirli bir aralığı yok	D26-G
Açıklama yapılmamış		simetrik değil	K8
	x		D4, D5, D19-G, D22, D27

Ek-9. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 1.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	1.SORU: Periyot kavramından ne anlıyorsunuz?	KOD
Belirli aralıklarla tekrarlanan olay	Verilen bir fonksiyonun veya kavramın belli aralıklarda görüntü kümesinin belli elemanlarına tamamlayan unsurdur.	K1-G
	Tekrar, düzen	K2-G
	Belli eşit aralıkta düzenli olarak tekrar eden sistemdir.	K3-G
	Belirli aralık ve belirli değerlerle değişen büyüklük	K4
	Belirli aralıklarda tekrarlanan aynı düzen içinde devam eden şey	K5
	Belli bir şeyin bir yerden sonra tekrar etmesi belli aralıklarla	K6
	Belli aralıklarla tekrar eder.	K7
	Belirli aralıklarla tekrarlanan şeyler	K10-G
	Belli aralıklarla değişen, aralıkları eşit olan kavram	K11
	Bir işin belirli bir zaman aralığında tekrarlanması	K13
	Belirli bir zaman içerisinde düzenli aralıklarla aynı şekilde tekrarlayan düzendir.	K14
	Belli aralıklarda tekrar etme	K15-G
	Aynı olayın belli aralıklarla (ama hep aynı aralıkla) tekrar etmesi	K16-G
	Belirli aralıklarla tekrar eden durumlar	K18
	Belirli zamanda sabit aralıklarla yapılan sürekli iş	K20-G
	Aynı şeyin sürekli devam etmesi	K21
Belirli bir oranda art arda gelişen düzenli şekillerdir.	K22	

	Bir değişimin belli aralıklarla tekrarlaması	K24
	Belli aralıklarla tekrar eden	K25
	Düzenli olarak tekrar eden şeyler	K26
	Belirli bir aralıklarla tekrar eden, bir nevi devretme	K27-G
	Belirli bir tanım aralığında aynı şekilde devam eden olaylar	K28
	Belli aralıkla kendini tekrar eden olaylar	K29
	Belirli aralıklarla belli bir düzende artma	K30
	Belirli şekillerin birbirini tekrar etmesiyle oluşan grafik	D1
	Belli aralıklarda tekrar eden olaylar	D2
	Matematikte fonksiyonun kendini tekrarlaması	D3
	Bir işin kademe kademe işlemesidir.	D5
	Aynı düzende tekrarlayan ritimler	D6
	Dönüp dolaşıp aynı yere gelmektir.	D9-G
	Belirli aralıklarla tekrarlanan olaylar	D12
	Belirli aralıklarla düzenli olarak kendini tekrarlayan	D13
	Belirli aralıklarla aynı şekilde tekrar edilmesi	D14
	Belirli aralıklarla tekrar eden olaylardır.	D15
	Belli süre aralığında dalga hareketlerinin tekrarlanması	D16-G
	Belli bir süre veya belli aralıklarda aynı değerleri alır. Kendini tekrarlar.	D17-G
	Belli sürelerde belirli şartlar altında belirli aralıklarda belirli sonuçlar veren sistemdir. Bir süre sonra şart değiştğinde düzenli olarak tekrar aynı sonucu verebilmeli	D21-G
	Belirli aralıklarla gerçekleşen olaylar	D22
	Belirli kurallarla tekrarlayan grafik	D24
	Bir şeyin belirli aralıklarda yapılmasıdır.	D25
	Belli bir şeyin belli aralıklarla yapılması	D27
Bir olayın tekrarlanması için geçen süre	Herhangi bir cismin başladığı noktadan dairesel hareket edip tekrar başladığı noktaya gelinceye kadar geçen süredir.	K8
	Düzenli tekrarlar için geçen süre ya da aralık	K17-G
	Bir olayın tekrar etme sürecidir. Bir tam dolanım için geçen süreye de denir. π , 2π ile gösterilebilir.	D10-G
	Bir devri tamamlamada geçen süredir.	D19-G
	Bir saniyede geçen zaman	D23
	Bir yolu tamamlamada geçen süre	D26-G
Bir olayın tekrarlandığı uzunluk, aralık	Bir olayın, olgunun tekrarlanma aralığı	K12
	Belirli aralıklarla tekrarlanan olayları tekrar aralıkları	K19
	Belli bir düzendeki belirli aralıklar	K23
	Tekrar eden iki tepe arası uzaklıktır.	D4
	Tekrar eden iki tepe ya da çukur arası	D7
	Bir grafiğin tekrar etmeye başladığı aralık	D8
	Birim çemberde 360^0 ye 2π diyoruz. Periyot bir salınım, bir tur için alınan uzaklık, yol demek	D11-G
İki tepe arasındaki uzaklık	D18-G	
İki tepe noktası arası aralık	D28	

Ek-10. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 2.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	2. SORUYA CEVAPLAR	KOD
	Günlerin oluşması, gece gündüz. Mevsimlerin oluşması, yaz kış sonra yine yaz.	K1-G
	Haftaların oluşumu, mevsimler, saat kadranı	K3-G
	Dünyanın kendi etrafında dönüşü, saatler	K5
	Mevsimler	K6
	Saatler günler	K7
	Yelkovanın bir saatlik süredeki turu, dünyanın bir yılda güneşin etrafında dönmesi	K8
	Haftanın günleri, tarih, yay sarkacı, basit sarkaç	K10-G
	Denizdeki suyun ilerlemesi, biyolojik saatimiz, uyuma yemek	K11
	Dünyanın 365 gün 6 saatte gerçekleştirdiği yıllık hareketi	K12
	Haftalar saatler günler	K14
	Gece gündüz, haftanın günleri	K15-G
	Günler (24 saatte bir)	K16-G
	Öğünler, mevsimler aylar, gece gündüz	K17-G
	Mevsimler	K18
	Aylar haftalar, otobüs geçiş saatleri	K19
	Güneş her gün sabah aynı noktadan düzenli olarak doğar.	K20-G
	Saat, gece gündüz	K22
Zaman kavramı	Yemek saatleri, ilk ve ortaöğretimde çalan zil saatleri	K23
	Güneşin doğuşu batışı	K24
	Sabah akşam, yemek saatleri	K26
	Günlerin ve ayların tekrarı	K27-G
	Mevsimler, yarışlarda turlar	K28
	Dakika: her 60 saniyede bir artma	K30
	Ay tutulması, güneş tutulması	D2
	Basketbol periyotları. 12 ayın sırası	D3
	Saatin hareketi. Çeşmeden damlayan ritimli su	D6
	Derslerin 45 dakika olması. Basketboldaki 15 dakikalık oyun zamanı	D7
	Bir yılın 365 gün olması. Bir günün 24 saat olması. Fizikteki bir cismin bir tam salınım yaptığı süredir.	D10-G
	Gece gündüz	D13
	Bir günün sabah öğle akşam periyotlarının olması	D14
	Saat hareketleri	D16-G
	Saat 12.00yi gösterirken her 24 saatte bir 12.00 olması bir periyot örneğidir.	D17-G
	Bir tam tur için geçen süre	D18-G
	Düzenli uyku. Yemek saatleri. Okul ders saatleri	D21-G
	Basketbol maçı. Gece gündüz oluşumu	D22
	Saniye	D23

	Güneşin doğuşu batışı	D24
	Saatin günde iki tur atması	D25
Düzenli olarak yapılan işler	Sabah aynı saatte kalkmak. Akşam aynı saatte uyumak	K2-G
	Yemek saatleri	K4
	Denizdeki suyun ilerlemesi, biyolojik saatimiz, uyuma yemek	K11
	Kalbimizin periyodik bir şekilde atması	K13
	Öğünler, mevsimler aylar, gece gündüz	K17-G
	Aylar haftalar, otobüs geçiş saatleri	K19
	Yürüme	K21
	Yemek saatleri, ilk ve ortaöğretimde çalan zil saatleri	K23
	Sabah akşam, yemek saatleri	K26
	Mevsimler, yarışlarda turlar	K28
	Kalp ritim cihazları	K29
	Belli periyotlarla alınan ilaçlar	D8
	Otobüslerin belli aralıklarla gelmesi. Basit sarkacın hareketi	D9-G
	Yay salınımı. Belli periyotlarla doktora giden birinin durumu	D11-G
	Günde üç defa diş fırçalamak	D12
	Günde üç öğün yemek yeriz.	D15
Doktor kontrolünün belirli periyotlar düzeninde olması	D28	
Basketboldaki Periyot	Basketboldaki periyotlar	D1
	Basketbol periyotları. 12 ayın sırası	D3
	Basketboldaki periyot kavramı	D5
	Derslerin 45 dakika olması. Basketboldaki 15 dakikalık oyun zamanı	D7
	Maçta 2.periyot	D19-G
	Basketbol maçı. Gece gündüz oluşumu	D22
	Maçlarda kullanılan 2.periyot	D26-G
Fizikteki Periyot	Haftanın günleri, tarih, yay sarkacı, basit sarkaç	K10-G
	Otobüslerin belli aralıklarla gelmesi. Basit sarkacın hareketi	D9-G
	Bir yılın 365 gün olması. Bir günün 24 saat olması. Fizikteki bir cismin bir tam salınım yaptığı süredir.	D10-G
	Mat sin ve cos. Birim çember. Yay salınımı. Belli periyotlarla doktora giden birinin durumu	D11-G

Ek-11. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 3.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	3. SORUYA CEVAPLAR	KOD
Trigonometri	Trigonometri	K1-G
	Trigonometri, esas periyot	K2-G
	Trigonometri	K3-G
	Trigonometri	K4
	Trigonometri	K5

Esas ölçü	K6
Trigonometri	K7
Trigonometri	K8
Trigonometri	K9
Trigonometri	K10-G
Trigonometri	K11
Trigonometri	K12
Trigonometri	K13
Trigonometri	K14
Trigonometri	K15-G
Trigonometri	K16-G
Trigonometri	K17-G
Trigonometri	K18
Trigonometri	K19
Trigonometri	K20-G
Trigonometri	K21
Trigonometri	K22
Trigonometri,	K23
Esas ölçü	K24
Trigonometri	K25
Trigonometri	K26
Esas periyot,	K27-G
Trigonometri	K28
Trigonometri	K29
Trigonometri	K30
Trigonometri, esas periyot	D2
Trigonometri	D4
$T=1/f$, esas periyot	D5
Trigonometri, esas periyot	D6
Esas periyot	D7
Trigonometri	D8
Trigonometri	D9-G
Trigonometri	D10-G
Trigonometri, birim çember	D11-G
Trigonometri	D12
Trigonometri	D13
Trigonometrik fnk	D14
Trigonometri	D15
Trigonometri, esas periyot	D17-G
Trigonometri	D18-G
Trigonometri	D19-G
Trigonometri	D20
Trigonometri	D21-G

	Trigonometri	D25
	Trigonometri	D26-G
	Trigonometri	D28
Fizikteki Periyot	$T=1/f$, esas periyot	D5
	$T=1/f$	D23
	$T=1/f$	D24

Ek-12. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 4.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

TEMALAR	4. SORUYA CEVAPLAR	KOD
Periyot tanımıyla uyumlu imajlar	Her x reel sayısı için $f(x)=f(x+T)$ oluyorsa f periyodiktir. T de periyottur. $T>0$ olmalıdır.	K1-G
	Sabit bir periyotla tekrar eden, devam eden fonksiyon	K2-G
	Tanım kümesinin eşit aralıklarında görüntü kümesinin eşit aralıklar ile değer alması	K3-G
	$f(x+T)=f(x)$, $\sin(x+2k\pi)=\sin(x)$, $T\neq 0$ için	K4
	Değerler verildikçe bir düzen dâhilinde aynı devirli sonuçlar çıkıyorsa periyodiktir deriz.	K6
	<i>Grafikle gösterilmiş ($y=\sin x$ çizilmiş)</i>	K9
	$f(x+T)=f(x)$ ise T periyottur. x 'in belli aralık değerlerine karşılık y 'nin aldığı değerlerin kendini tekrarlaması.	K12
	Sabit aralıklarla aynı işin devam etmesi	K13
	Fonksiyon grafiğinin belirli aralıklarda tekrar etmesi	K15-G
	Bir grafiğin ya da fonksiyonun belli aralıklarla tekrar etmesi	K16-G
	Bir fonksiyon grafiğinin birbirini tekrarlayan kısımlarının her bir aralığı	K17-G
	Görüntü kümesinin belli değerlerde eşit aralıklarla sonuç bulması	K18
	Belirli aralıklarla tekrar eden fonksiyonlar	K19
	Fonksiyonun eşleme kuralının belirli aralıklarda tekrar etmesi	K23
	Belli bir düzen içinde gerçekleşen olayların birbirini takip etmesi	K26
	Belirli bir tanım aralığında tanımlanan ve bütün işlemleri bu tanım aralığına indirgeyip kendi içerisinde uygulayan ve belirli sonuçlar bulan işlemler dizisi.	K28
	Tanımlanan aralıkta belli bir şekilde belli bir kurala göre değişen fonksiyon.	K30
	Grafiği belli bir yerden sonra tekrarlanıyorsa periyodik fonksiyondur.	D1
	Belli aralıklarda fonksiyonun tekrar aynı değeri alması	D2
	Sürekli kendini tekrarlayan fonksiyon	D3
Aynı şekilde tekrar eden şekillerin arasındaki uzaklık	D7	
Belli aralıklarda aynı değerleri alması	D9-G	
$f(x)=f(x+T)$ oluyorsa f periyodiktir. T periyottur. $T\neq 0$ olmalı. $T=0$ olursa bütün fonksiyonlar periyodik olur	D10-G	
Sürekli aynı periyotla (π veya 2π) devam eden grafik.	D11-G	

	Belirli aralıklarla düzenli olarak kendini tekrarlayan fonksiyon	D13
	Bir $f(x)$ fonksiyon değeri $f(x+T)$ 'de de aynı değeri alıyorsa fonksiyon periyodiktir. $T>0$	D17-G
	Eşit zamanda eşit işler yapmaktır ya da eşit aralıklı ilerlemedir.	D19-G
	Belli aralıklarda devam eden çizgiler	D23
	Analitik düzlemde belirli aralıklarda çizilen eş çizgiler	D25
Periyot tanımıyla kısmen uyumlu / tamamlanmamış imajlar	$f(x+T)-f(x)=\pi$ veya $f(x+T)-f(x)=2\pi$	K7
	Tanımlı olduğu aralığa göre aldığı değerlerle bulunduğu konumdur.	K20-G
	Belli aralıklarla arka arkaya değer alan denklemlerdir.	K22
	Sıfırdan büyük en küçük aralık	K24
	Her x reel sayısı için $f(x)=f(x+T)$ olduğunda bu fonksiyona periyodik fonksiyon, T 'ye periyot denir.	K29
	Açının yaptığı ritimle tekrarı	D6
	$f(x)=f(x+T)$	D8
	Verilen x değerlerine göre fonksiyonun bazı yerlerde tekrar etmesidir.	D12
	\sin , \cos için n tekse $2\pi/ a $ çiftse $\pi/ a $	D18-G
	\tan , \cot için n tek veya çiftse $\pi/ a $	D18-G
	$f(x)=f(x+T)$	D21-G
	Fonksiyonun belirli aralıklardaki değişimi	D22
$f(x)=f(x+T)$	D28	

Ek-13. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 5.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

Tema	D (-)	Y (+)	Açıklama	KOD
Yatay değişim aynı	x		aralıkları eşit	K4
	x		4 birim aralıklarla tekrarlanmış	K10-G
	x		aralıklar eşit ve süreklidir	K11
	x		4 birim aralıklarla tekrarlanmış	K15-G
	x		belli aralıklarla devam, kural var	K23
	x		aralıklar eşit	D13
	x		aralıklar eşit	D18-G
	x		başladığı yere düzgün simetrik dönmüş	K8
Diğer	x		3 parça kendi içinde periyodik	K3-G
	x		tam tur atmış	D4
	x		Düşey değişim farklı	D25
	x			D28
Düzenli aralıklarla tekrar etmemiş		x	kendini tekrarlamamış	K1-G
		x	tekrarlı değil	K2-G
		x	belli aralıklarla tekrar yok	K5
		x	belli aralıklarla tekrar yok	K7

x	değişiklik var	K9	
x	belli aralıklarla tekrar yok	K12	
x	grafik sabit şekilde ilerlemiyor	K13	
x	aynı şekilde tekrar etmemiş	K14	
x	aynı şekilde tekrar etmemiş	K16-G	
x	düzen yok	K17-G	
x	farklı değerler almış	K18	
x	şekil tekrar etmiyor, değişiyor	K19	
x	şekil değişmiş	K22	
x	şekil aynı değil	K24	
x	düzen yok	K25	
x	düzen yok	K26	
x	Düşey değişim farklı, eğriler büyümüş	K27-G	
x	şekil tekrar etmiyor	K28	
x	tekrarlı değil	K29	
x	düzen yok	K30	
x	kendini tekrarlamamış	D1	
x	tekrar yok	D2	
x	kendini tekrarlamamış	D3	
x	tekrar yok	D6	
x	şekil tekrar etmiyor	D7	
x	belli bir fonksiyona ait değil	D8	
x	şekil tekrar etmemiş	D10-G	
x	düzgün yollar almıyor	D11-G	
x	değişim var	D14	
x	şekil kendini tekrarlamamış	D16-G	
x	şekiller birbirinden farklı	D19-G	
x	belli bir şey yok	D22	
x	belirli bir şekil yok	D26-G	
x	düzenli artıp azalmıyor	D27	
<hr/>			
Düşey değişim farklı	x	3 parça kendi içinde periyodik	K20-G
	x	Düşey değişim farklı	D9-G
	x	Düşey değişim farklı	D12
	x	Düşey değişim farklı	D17-G
<hr/>			
Diğer	x		K6
	x		K21
	x		D5
	x		D15
	x		D20
	x		D21-G
	x		D23
x		D24	
<hr/>			

Ek-14. Öğretmen Adaylarının Sontestte PT1 6.Soruya Verdiği Cevaplar Ve Temalar

Tema	D (-)	Y (+)	Açıklama	KOD
Düzenli tekrar var	x		kendini sürekli tekrarlamış,	K1-G
	x		tekrar etmiş	K2-G
	x		düzen bozulmamış	K27-G
	x		noktalar kendini tekrar etmiş	K29
	x		kendini tekrarlamış	D1
	x		her saniye kendini tekrarlıyor	D3
	x		belli şartlarda belli sonuçlar var, şartlar değiştikçe sonuçlar aynı	D20
Sabit fonksiyon	x		düz devam etmiş	K5
	x		sabit	K22
	x		sabit fnk grafiği	D8
Diğer	x			K6
	x			K21
	x			K24
	x			D2
	x			D13
	x			D24
	Değişim yok, fonksiyon sabit		x	sabit
		x	sabit, değişim yok	K7
		x	değişim yok	K9
		x	sabit	K10-G
		x	değişim yok	K14
		x	sabit, değişim yok	K15-G
		x	sabit	K16-G
		x	sabit	K18
		x	sabit	K19
		x	değişim yok, x değişirken y değişmiyor	K20-G
		x	tekrar yok	K26
		x	sabit, değişim yok	K30
		x	tekrar yok	D6
		x	$y=2$ doğrusu, tekrar yok	D7
		x	sabit, $T=0$	D9-G
		x	değişim yok	D11-G
		x	sürekli aynı şekilde	D14
		x	sabit	D16-G
	x	sabit, her x için y aynı	D17-G	
	x	tepe yok	D18-G	

	x	iş yok	D19-G
	x	düz, x'i kesmemiş	D21-G
	x	sabit	D22
	x	sabit, aralık yok	D26-G
Belirli bir aralık yok	x	sürekli ama aralık yok	K11
	x	tekrar eden düzenli aralık yok	K23
	x	T=0 olmamalı (Bkz. Şekil 37)	D10-G
	x	değişen x için aralık belli değil	D12
	x	belli bir aralık yok	D25
Diğer	x	simetrik değil	K8
	x		K28
	x		D4
	x		D5
	x		D15
	x		D23
	x		D27
	x		D28