

Dinamik Geometri Yazılımı Cabri'nin 11.Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Konusundaki Öğrenmelerine Etkisi

Gül Kaleli Yılmaz¹

Elif Ertem²

Bülent Güven³

Özet

Bu çalışma ile dinamik geometri yazılımı Cabri'nin 11. Sınıf öğrencilerinin trigonometri konusundaki bilişsel öğrenmelerine etkisini saptamak amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında Trabzon ili içerisinde seçilen bir ortaöğretim okulunda toplam 51 on birinci sınıf öğrencisi ile (25 deney, 26 kontrol) yarı deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerle dersler dinamik geometri yazılımı Cabri'ye uygun olarak geliştirilen çalışma yapraklarıyla teknoloji destekli bir ortamda yürütülürken, kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemle işlenmiştir. Deney ve kontrol grupları arasındaki farklılığı belirleyebilmek için uzman ve öğretmen görüşleri doğrultusunda geliştirilen 10 soruluk açık uçlu bir sınav ön-test ve son-test olarak kullanılmıştır. Ön-test sonuçları incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinde; $\sin(ax)=a \cdot \sin(x)$, $\cos(x \pm y)=\cos(x) \pm \cos(y)$, $\sin(x \pm y)=\sin x \pm \sin y$, $\sin^2 ax + \cos^2 ax = 1$, $f(x)=\cos x$ fonksiyonunda x değeri büyüdükçe f(x) değeri büyür, bütün açılar pozitifdir, şeklinde yanlışlıkların olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubunun ön test ve son test puanları t-testi yapılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları son testlerde deney ve kontrol grubunun başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunduğunu göstermiştir. Uygulama sonuçları incelendiğinde teknoloji kullanılarak görselleştirilen matematiksel nesnelerin öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarında oldukça etkili olduğu, Cabri yazılımı içerisindeki değişkenlerin değiştirilebilmesinin öğrencilerin farklı durumları gözlemlemeleri ve genelleştirmeler yapabilmelerine imkân tanıdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Trigonometri, Kavram Yanılgıları, Dinamik Geometri Yazılımı

1. Giriş

Günlük yaşamımızdaki birçok olayı açıklamak için kullanılan trigonometri fizik, kimya, biyoloji gibi doğa bilimlerinin yanı sıra mühendislik alanlarında, gökbilimlerinde,

¹ Arş. Gör. Artvin Çoruh Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, gulkaleliyilmaz@hotmail.com

² Öğr. Gör. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, elifertemm@hotmail.com

³ Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, bguven@ktu.edu.tr

ekonomide hatta sanat dallarında da sıklıkla kullanılmaktadır (Tarhan, 2007). Bu yaygın kullanım nedeniyle matematik öğretim programlarının da yapı taşlarından biri haline gelmiştir. Buna karşın trigonometri konusu matematik öğretmenlerinin öğretmekte güçlük çektikleri, öğrencilerin ise öğrenmede zorlandıkları ve çok karışık olduğunu ifade ettikleri bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra trigonometri konusunu etkili öğrenmiş öğrencilerin, iyi yorum yapabildikleri ve bilgileri sentezleyerek hayata uygulayabilme yeteneği kazandıkları da söylenebilir.

Trigonometri konusu matematik müfredatlarında geniş bir şekilde yer almasına karşın yapılan araştırmalar öğrencilerin bu alanda yetersiz anlamalar geliştirdiklerini ortaya koymaktadır (Doğan, 2001). Andreescu ve Feng(2005), öğrencilerde $\cos(a+b)=\cos a + \cos b$, $\sin(a+b)=\sin a + \sin b$ şeklinde yanlışlar olduğunu ortaya koymuştur. Doğan(2001) doktora tez çalışmasında öğrencilerde $\sin ax=a \cdot \sin x$, $\cos(a+b)=\cos a + \cos b$, $\sin(a+b)=\sin a + \sin b$, $\sin^{-1}(x)=(\sin x)^{-1}$ yanlışları olduğunu tespit etmiştir. Paul Cox, internette açtığı bir sitede kendi gözlemlerine dayalı olarak öğrencilerin trigonometri konusunda en çok, $\sin(\sqrt{x}) = \sqrt{\sin x}$, $\sin(1/x)=1/(\sin x)$, $\sin(3x)=3 \cdot \sin x$, $\sin(x+y)=\sin x + \sin y$ hatalarını yaptığını gözlemlemiştir (Aktaran Doğan, 2001). Bu kavram yanlışlarının temelinde geleneksel öğretmen merkezli yaklaşımın dayattığı ezber uygulamaların ve öğrencilere trigonometrik fonksiyonları görselleştirebilme imkânı sunan zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının sunulmamasının yer aldığı söylenebilir (Demetgül, 2001 & Steckroth, 2007). Dikici ve İşleyen (2004) herhangi bir konuda güçlük çeken öğrencilerin daha sonraki konularda başarıya ulaşmalarının zor olduğunu belirtmektedir. Trigonometri konusunda güçlük çeken ve kavram yanlışısına sahip olan öğrencilerin ilerleyen konularda (türev, integral gibi) başarılı olmaları beklenemez. Bunun için trigonometri konusunda çok sayıda çalışma yapılmalı, öğrencilerin hangi konularda güçlük çektikleri ve hangi kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmeli ve bu kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceği araştırılmalıdır.

Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

Son yıllarda teknolojideki büyük gelişmeler matematik eğitime yeni ve heyecan verici olanaklar getirmiştir ve teknolojinin evrensel boyutu matematik müfredatlarında ne, nasıl öğretilmelidir sorusunda derin bir etkiye sahip olmuştur. Bu nedenle öğrencilerin bilgiyi deneyerek ve keşfederek öğrenebilecekleri öğrenme ortamlarının yapılandırılmasında teknolojinin etkin bir şekilde kullanılması önerilmektedir. Bu amaçla öğrencilere doğal öğrenme olanakları sunan (öğrenciler için mikro dünyalar oluşturan) karmaşık eğitim sürecini daha doğal bir öğrenme sürecine çeviren dinamik geometri yazılımları ve bilgisayar cebir sistemleri giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yazılımlar sayesinde öğrenciler matematiksel ilişkileri keşfedebilmekte, ilişkilendirebilmekte ve uygun genellemelere ulaşmada yazılımları etkin olarak kullanabilmektedir (Güven, 2002). Jinich(1986), öğrencilerin bilgisayar kullanarak matematikte başarıya ulaşmasını sağlayabilmede en önemli faktörün yazılım programları olduğunu belirtmektedir. Ayrıca Cabri, Geometri Sketchpad gibi yazılımlar, grafik hesap makineleri ve gelişmiş bilgisayar yazılım uygulamaları öğrenciler için daha güçlü öğrenme çevreleri sağlamaktadır (Choi-

Koh, 2003). Ülkemizde de uygulamaya konulan yeni matematik öğretim programı bu yazılımlardan etkin olarak yararlanılmasına vurgu yapmakta, teknolojinin yardımcı bir araç olarak değil, sistem için ana bir bileşen olarak uygulamada hayat bulmasını önermektedir. Fakat program aracılığı ile sunulan etkinlik örnekleri ve uygulamalar incelendiğinde yetersiz sayıda bir birikimle karşı karşıya olduğumuz kaçınılmazdır.

Cabri yazılımının kendine özgü özellikleri bizlere geometriyi dinamik olarak inceleme fırsatı verir (Baki, 2001). Dinamik geometri yazılımı Cabri sayesinde öğrenciler, bilgisayarda karmaşık kavramları görselleştirebilir ve zihinlerinde var olan düşünceleri ekranda temsil ederek somutlaştırabilirler ve öğrenciler bilgisayara verdikleri girdilere karşılık ekrandaki çıktıları gözlemleyerek tahminlerde bulunma ve bu tahminleri test etme imkânına sahip olabilirler. Yine dinamik geometri yazılımı Cabri sayesinde öğrenciler bilgisayarda farklı şekiller oluşturabileceklerdir ve bilgisayarın ürettiği şekillere anlam vermeye çalışmak öğrencilerin o kavramla ilgili zihinsel görüntülerini zenginleştirir (Tall ve diğerleri, 1990).

Trigonometri Öğretiminde Bilgisayar Kullanımı

Trigonometri konusu gerçek yaşamda da kullanılan çok önemli bir konu olmasına rağmen trigonometri çalışmalarına çok az önem verilmektedir. Markel (1982), trigonometri konusuna okul matematiği içerisinde yeterince önem verilmediğini halbuki yaygın kullanımları nedeniyle çok daha fazla bir ilgiyi hak ettiğini belirtmektedir. Thomson (2007)'da son 25 yıldır trigonometri konusuna gereken önemin verilmediğini belirtmektedir. Ülkemizde her ne kadar Trigonometri konusu içerik olarak geniş bir alan bulsa da uygulama da yaşanan öğretmen merkezli uygulamalar bu konunun öğrenciler tarafından anlaşılmasını güçleştirmektedir(Doğan, 2001).

1989 yılında NCTM tarafından yayınlanan standartlar trigonometri öğretimi ile ilgili birçok özel detay içeriyordu. Ayrıca NCTM bu dökümanda, bilimin teknolojiyle birleştirilmesinin büyük değişikliklere yol açacağını belirtti. 1989 NCTM standartlarının yayınlanması ile birlikte trigonometri öğretiminde bilgisayar kullanımı yaygınlaşmaya ve bunun sonucu olarak da bu alanda yeni araştırmalar yapılmaya başlandı. Blackett ve Tall(1991), teknoloji kullanımının trigonometri öğreniminde kız ve erkek öğrencilerin başarılarını nasıl etkilediğini inceleyen deneysel bir çalışma yaptı. Öğrencilerin trigonometri ile ilgili anlamalarını farklı açılardan (grafiksel, cebirsel) geliştirmeyi amaçlayan bir yazılım geliştirildi ve uygulandı. Bu sonuçlar yazılım kullanan öğrencilerin başarısında önemli bir gelişme olduğunu gösterdi. En büyük kazanç kızlarda görüldü.

2000 yılında NCTM Okul Matematiği İçin Prensipler ve Standartları yayınladı. Bu döküman hala matematik öğrenmede ve öğretmede teknolojinin gerekli olduğunu öğretimde teknolojinin kullanılmasını, teknolojinin matematiği etkilediğini ve öğrenci öğrenmelerini artırdığını savunmaktadır. Fakat bu yeni standartlarda da ortaöğretim sınıfları için trigonometriye yok denecek kadar az önem verildiğine dikkat çekilmektedir(NCTM, 2000). NCTM'in etkisiyle trigonometri öğretiminde bilgisayarların ve hesap makinelerinin rolünü araştıran birçok çalışma yayınlandı. Autin(2001) grafik hesap makinelerinin

ortaöğretim öğrencilerinin trigonometrik fonksiyonları anlamaları üzerindeki etkisini incelediği doktora tezinde 16 yaşından 18 yaşına kadar olan 58 öğrenciyle deneysel bir çalışma yürüttü. Deney grubu öğrencilerine öğretimde grafik hesap makineleri kullanılırken, kontrol grubu öğrencilerine grafik hesap makineleri(graphing calculator) olmadan öğretim yapıldı. Araştırmanın sonuçları nicel olarak incelendiğinde deney ve kontrol grubunun trigonometrik fonksiyonları anlamaları arasında önemli bir farklılık oluşmadığını fakat nitel veriler incelendiğinde öğrencilerin problem çözme yaklaşımlarında iki grup arasında farklılıklar olduğu, deney grubu öğrencilerinin problem çözerken çoklu yollar kullandığı görüldü. Choi-Koh(2003) da Autin'in çalışmasına benzer bir çalışma yaptı ve öğrencilerin trigonometri öğrenmesinde grafik hesap makinesinin etkisini araştırdı. Çalışmada öğrencilerin trigonometri anlamalarına odaklanıldı. Araştırma sonuçları grafik hesap makinelerinin çoklu sunumlar arasında ilişki kurmada etkin bir araç olarak kullanılabileceğini gösterdi. Emlek(2007), dinamik modelleme ile bilgisayar destekli trigonometri öğretimi adlı yüksek lisans tezinde, dinamik modelleme ile bilgisayar destekli trigonometri öğretimi uygulamasının lise ve meslek yüksek okulu öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini ortaya koyabilmek için deneysel bir çalışma yürüttü. Yapılan çalışma sonucunda hem lise hem meslek yüksek okulu öğrencilerinde dinamik modelleme ile bilgisayar destekli trigonometri öğretimi yöntemiyle öğrenen deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir farklılık bulundu. Thompson (2007), trigonometri öğrenmede gerçek problem kullanmanın etkisini, 600 öğrencinin katıldığı bir cebir kursuyla araştırdı. Kurs boyunca sınıf haftada beş gün 55 dakika boyunca bir araya geldi. Bu kursta teknoloji grafik hesap makineleri ve bilgisayarlar şeklinde hem öğretmenlerin hem öğrencilerin kullanımına hazır tutuldu. Öğrenciler, okulun bilgisayar laboratuvarında Geometer's Sketchpad içeren çeşitli yazılımları kullanabildi. Çalışma sonucunda kullanılan yazılımların öğrencilerin trigonometri öğrenmelerinde olumlu bir etki oluşturduğu ortaya konuldu. Ancak literatür incelendiğinde dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin trigonometri ile ilgili sahip oldukları yanlış anlamaları değiştirmede nasıl kullanıldığını gösteren çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma ile genelde trigonometri özelde "trigonometrik fonksiyonların grafikleri, toplam fark formülleri, trigonometrik fonksiyonların değer aralığı" konularında dinamik geometri yazılımı (DGY) Cabri ile desteklenmiş bir ortamda çalışma yaprakları ile ders işlenen deney grubu öğrencileriyle geleneksel öğretim uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin bilişsel öğrenmeleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma 2008-2009 öğretim yılında Trabzon'da eğitim-öğretim veren bir ortaöğretim okulunun 11. sınıfında öğretim gören 51 öğrenciyle sınırlıdır. Ayrıca çalışma ortaöğretim 10. Sınıf trigonometri ünitesinde yer alan "Trigonometrik Fonksiyonların Grafikleri, Toplam-Fark Formülleri, Trigonometrik Fonksiyonların Değer Aralığı" konularıyla sınırlıdır.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada ön test- son test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada ortaöğretim 10.sınıfta verilen trigonometri ünitesi ve bu üniteye yer alan “Trigonometrik Fonksiyonların Grafikleri, Toplam-Fark Formülleri, Trigonometrik Fonksiyonların Değer Aralığı” konuları ele alınmıştır. Deney grubunda bu konular DGY Cabri'ye uygun olarak hazırlanan çalışma yapraklarıyla ve ders planıyla yürütülürken kontrol grubunda, konular geleneksel öğretime göre hazırlanan ders planıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada uygulama öncesi grupların seviyelerinin karşılaştırılması amacıyla ön test, uygulama sonrası grupların başarıları arasında bir fark olup olmadığının belirlenebilmesi için son test uygulanmıştır.

2.2. Örneklem

Bu araştırmanın örneklemini Trabzon ili içerisinde seçilen bir ortaöğretim okulunun 11. sınıfında öğrenim gören 25'i deney, 26'sı kontrol toplam 51 öğrenci oluşturmaktadır.

2.3. İşlem

Bu çalışmada öncelikle uzman ve öğretmen görüşleri doğrultusunda hazırlanan 10 soruluk açık uçlu bir sınav deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön- test olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test karşılaştırmasının doğru bir şekilde yapılabilmesi için deney grubundaki öğrenciler; D1, D2, D3,, D25 ve kontrol grubundaki öğrenciler K1, K2, K3,, K26 şeklinde kodlanmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine yapılan uygulamalar ders öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Ders öğretmeni lisans ve yüksek lisans eğitiminde dinamik geometri yazılımı Cabri konusunda dersler aldığı için bu konuda bilgi sahibidir. Fakat yinede deney grubu öğrencilerine uygulamalara başlanmadan önce, ders öğretmenine Cabri programı ve özellikleri tanıtılmış örnek etkinliklerle bilgilerini tekrar etmesi sağlanmıştır. Daha sonra deney grubundaki öğrencilere ders öğretmeni tarafından dinamik geometri yazılımı Cabri, 4 ders saati boyunca tanıtılmış ve farklı uygulamalar yapılmıştır. Öğretim sürecinde ise dersler öğrencilerle bilgisayar laboratuvarında ikiyeşerli gruplar halinde yürütülmüştür.

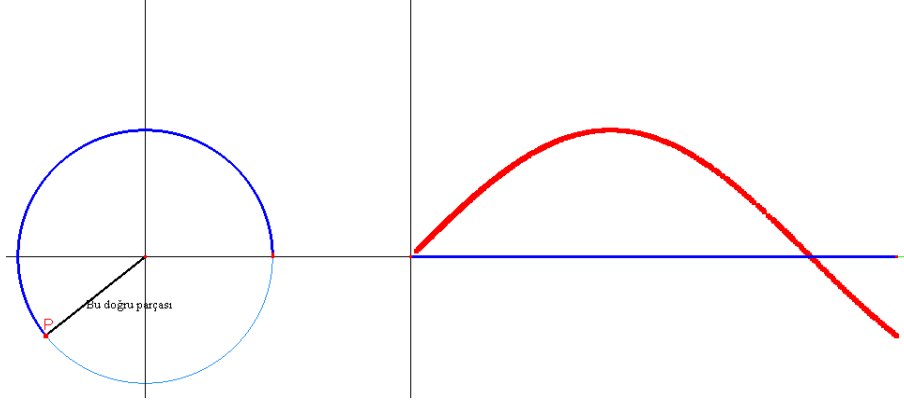
Ön- test sonrası görülen eksikliklerin giderilmesine yönelik 6 adet çalışma yaprağı hazırlanmış ve deney grubundaki uygulamalar bu çalışma yapraklarındaki yönergelerle 12 saatlik bir süreçte yürütülmüştür.

Çalışma yaprakları hazırlanırken (Baki, 2002);

- Bilginin doğrudan aktarılmasına bizzat birey tarafından kurulmasına,
- Bilgilerin merak uyandıracak nitelikte ve planlı şekilde etkinliklerin içine gizlenmesine,

- Öğrenilmesi istenen özelliğin keşfetmeye yönelik açık uçlu sorular yardımıyla grup çalışması göz önüne alınarak hazırlanmasına,
- Açık ve anlaşılır yönergeler yardımıyla çözümün en sonunda öğrenciler tarafından bulunmasına ve sık sık öğretmenin yardımına ihtiyaç duyulmamasına,
- Önce grup sonra da sınıf tartışması ortamında sorgulanabilmesine özen gösterilmiştir.

Deney grubu öğrencilerine sunulan etkinlikler etkileşimli bir yapıya sahip olduğu için öğrenciler etkinliklerde verilen parçaları değiştirebilme ve sonuçları gözlemeleme imkânına sahip olmuşlardır. Örneğin sinüs fonksiyonunun grafiği Şekil-1 deki gibidir.



Şekil 1. Sinüs fonksiyonunun grafiğinin dinamik ortamda çizilmesi

Kontrol grubundaki öğrencilere herhangi bir müdahale yapılmamış, normal öğretim programı içerisinde yer alan öğretim etkinlikleri ders öğretmeni tarafından anlatma ve soru-cevap tekniğinin ağırlıklı olduğu geleneksel yöntemle işlenmiştir.

2.4. Veri Toplama Araçları

Literatür incelendiğinde öğrencilerin, trigonometrik fonksiyonların grafikleri, toplam fark formülleri, trigonometrik fonksiyonların değer aralığı gibi konularda kavram yanlışlarına sahip oldukları ve bu konuları anlamakta güçlük çektikleri görülmüştür (Doğan 2001; Demetgül 2001; Orhun, 2001; Steckroth, 2007). Bu çalışmada öğrencilerin belirtilen konulardaki başarılarını ve kavram yanlışlarını belirleyebilmek ve belirlenen kavram yanlışlarının bilimsel olarak kabul edilen anlamlara dönüştürülmesini sağlayabilmek için deney ve kontrol gruplarında ön test - son test olarak 10 sorudan oluşan açık uçlu bir sınav kullanılmıştır. Tablo-1’de bu sınavın kapsadığı kazanımlar gösterilmiştir.

Tablo1. Sınav sorularının kazanımlara göre dağılımı

Öğretim Programındaki Kazanımlar	Bu Kazanıma Karşılık Gelen Soru Sayıları
Dik üçgende dar açılardan trigonometrik oranlarını belirtir.	S.9
Bir açının trigonometrik oranını trigonometrik değerler tablosunda bulur.	S.1
$k \in Z$ olmak üzere, $\frac{k\pi}{2} \mp \theta$ sayılarının trigonometrik oranlarını θ sayısının trigonometrik oranı cinsinden yazar.	S.7, S.8
Trigonometrik fonksiyonların grafiklerini çizer.	S.6 (i, ii), S.10
İki sayının toplam ve farkının trigonometrik oranlarını bulur.	S.3, S.4
Trigonometrik fonksiyonları birim çember yardımıyla ifade eder, tanım ve görüntü kümelerini belirler, trigonometrik özdeşlikleri gösterir.	S.2, S.5 (i, ii)

Kazanımlar literatürde sıklıkla görülen yanlışları içeren konulardan seçilmiştir. Uygulanan ön test sonucunda görülen eksikliklere göre 6 adet çalışma yaprağı hazırlanmıştır ve bu çalışma yaprakları deney grubu öğrencilerine 12 saatlik süreçte uygulanmıştır.

2.5. Verilerin Analizi

Öğrencilerin trigonometri konusundaki başarılarını ölçen ön test ve son testte öğrenciler hazırlanan değerlendirme kriterine göre 100 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Puanlamanın güvenilirliği için değerlendirmeler araştırmacılar ve ders öğretmeni ile birlikte tekrar gözden geçirilmiş ve puanlama konusunda ortak bir karara varılması sağlanmıştır. Öğrencilerin bu testlerden aldıkları puanlar, farklı gruplar (deney ve kontrol) arasında bağımsız t-testi, aynı grup arasında bağımlı t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca ön testten ve son testten elde edilen veriler betimsel olarak analiz edilmiş, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları frekanslar halinde tabloda verilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin açık uçlu sınavdan aldıkları puanların karşılaştırılması

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız t-testi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 2. Deney ve kontrol grubu ön test başarı puanlarının karşılaştırması

Gruplar	N	\bar{x}	S	sd	t	p
Deney Grubu	25	66.4	19.9	49	1.128	.265
Kontrol Grubu	26	60.7	15.4			

Ön testten elde edilen veriler SPSS programında bağımsız t-testi ile analiz edildiğinde deney grubunun aritmetik ortalaması 66.4, standart sapması 19.9; kontrol grubunun aritmetik ortalaması 60.7 ve standart sapması 15.4 olarak bulunmuştur. Tablo-2’de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubunun ön test başarı puanları için yapılan bağımsız t testi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [$t_{(49)}=1.128$, $p>.05$]. Bu bulgu, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesi başarı düzeylerinin denk olduğunu ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan eşleştirilmiş örneklem için t-testi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo3. Deney grubu ön test - son test başarı puanlarının karşılaştırması

Deney Grubu	N	\bar{x}	S	sd	t	p
Ön Test	25	66.4	19.9	24	7.333	.000
Son Test	25	84	13.2			

Ön test ve son testten elde edilen veriler SPSS programında eşleştirilmiş örneklem için t-testi ile analiz edildiğinde deney grubunun ön test aritmetik ortalaması 66.4, standart sapması 19.9; son test aritmetik ortalaması 84 ve standart sapması 13.2 olarak bulunmuştur. Tablo-3’de görüldüğü gibi deney grubunun ön test ve son test başarı puanları için yapılan eşleştirilmiş örneklem için t testi sonucunda ön ve son test arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{(24)}=7.333$, $p<.05$]. Bu bulgu, deney grubuna uygulanan bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarılarını artırdığını göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan eşleştirilmiş örneklem için t-testi sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo4. Kontrol grubu ön test - son test başarı puanlarının karşılaştırması

Kontrol Grubu	N	\bar{x}	S	sd	t	p
Ön Test	26	60.8	15.47	25	4.319	.000

Son Test	26	68.5	15.41
----------	----	------	-------

Tablo-4 incelendiğinde kontrol grubunun ön test aritmetik ortalamasının 60.8, standart sapmasının 15.47; son test aritmetik ortalamasının 68.5, standart sapmasının ise 15.41 olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test - son test başarı puanları için yapılan eşleştirilmiş örneklem için t-testinde kontrol grubunda son test lehine anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır [$t_{(25)}=4.319$, $p < .01$]. Bu bulgu, kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretimin öğrenci başarılarını artırdığını göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız t-testi sonuçları Tablo-5'de verilmiştir.

Tablo5. Deney ve kontrol grubu son test başarı puanlarının karşılaştırması

Gruplar	N	\bar{x}	S	sd	t	p
Deney Grubu	25	84	13.2	49	3.856	.000
Kontrol Grubu	26	68.5	15.4			

Tablo-5 incelendiğinde son testte deney grubunun aritmetik ortalamasının 84, standart sapmasının 13.2; kontrol grubunun aritmetik ortalamasının 68.5, standart sapmasının ise 15.4 olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test başarı puanları için yapılan bağımsız t-testinde deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır [$t_{(49)}=3.856$, $p < .01$]. Bu bulgu, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim sonrası trigonometri konusu ile ilgili başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

3.2. Ön test ve Son Testten Edilen Verilerin Betimsel Analizi

Bu bölümde ön-test ve son-test yardımıyla belirlenen kavram yanlışlarına yönelik elde edilen veriler betimsel olarak analiz edilmiş ve her bir soru için deney ve kontrol grubundaki öğrencilerinin yanlış sayıları tablo halinde verilmiştir.

Tablo 6. Kavram yanlış sayısını gösteren tablo

Görülen Kavram Yanılgısı	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
$\sin ax = a \cdot \sin x$	12	2	11	7
$-a \leq \sin ax \leq a$	9	2	10	5
$\cos(x \pm y) = \cos x \pm \cos y$	14	3	15	8
$\sin(x \pm y) = \sin x \pm \sin y$	14	3	15	7
$\sin^2 ax + \cos^2 ax = a$	5	1	6	4
$f(x) = \cos x$ fonksiyonu için x değeri büyüdükçe $f(x)$ değeride büyür.	7	2	9	5
$f(x) = \sin x$ fonksiyonu için x değeri	6	1	7	4

büyüdükçe $f(x)$ değeride büyür.

Bütün açılar pozitif değere sahiptir. 4 0 6 2

Aşağıda örnek olması açısından 6 farklı öğrencinin, altı farklı soruya ön test ve son testte verdikleri cevaplar verilmiştir:

- “ $\sin 10^\circ = 0,174$ olduğuna göre $\sin 40^\circ = ?$ ” şeklinde verilen soruya D1 kodlu öğrenci ön teste;

1. $\sin 10^\circ = 0,174$ olduğuna göre $\sin 40^\circ = ?$

$$\sin 40 = 4 \cdot \sin 10 = 4 \cdot 0,174$$

$$= 0,696$$

cevabını vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci burada “ $a \sin x = \sin ax$ ” şeklinde bir kavram yanılığına sahiptir. D1 kodlu öğrenci bu soruya son teste ise;

1. $\sin 10^\circ = 0,174$ olduğuna göre $\sin 40^\circ = ?$

$$\sin 40 = \sin (10 + 30) = \sin 10 \cdot \sin 30 + \cos 10 \cdot \sin 30$$

cevabını vermiştir. Bu cevaptan anlaşılıyor ki deney grubuna uygulanan bilgisayar destekli yaklaşım öğrencinin kavram yanılığını gidermesine yardımcı olmuştur.

- “ $\sin x$ ’in çözüm kümesi $[-1,1]$ aralığında ise; $\sin 3x$ ’in çözüm aralığını bulunuz” şeklinde verilen soruya D11 kodlu öğrenci ön teste;

2. $\sin x$ ’in çözüm kümesi $[-1,1]$ aralığında ise; $\sin 3x$ ’in çözüm aralığını bulunuz.

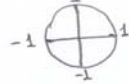
$$\sin 3x = 3 \cdot \sin x, \sin x \in [-1,1] \text{ aralığında olduğuna göre}$$

$$\sin 3x = 3 \cdot (-1,1) = (-3,3)$$

o zaman $\sin 3x - 3$ ile 3 aralığındadır.

cevabını vermiştir. Bu cevaptan öğrencinin $-1 \leq \sin x \leq 1$ ise; $-a \leq \sin ax \leq a$ yanılığına sahip olduğu görülüyor. D23 kodlu öğrenci son testte bu soruya

2. $\sin x$ ’in çözüm kümesi $[-1,1]$ aralığında ise; $\sin 3x$ ’in çözüm aralığını bulunuz.



Cabri programlarında görmüştük $\sin 3x$ grafiğide her zaman -1 ile 1 aralığında olur.

cevabını vermiştir. Bu cevaptan öğrencinin Cabri yazılımı sayesinde $\sin x$ in değerinin her zaman $[-1, 1]$ aralığında olduğunun farkına vardığını söyleyebiliriz.

- „ $\cos 17^\circ = 0,956$ ve $\cos 54^\circ = 0,599$ olduğuna göre $\cos(17^\circ + 54^\circ)$ 'ün değerini bulunuz” şeklinde verilen soruya D17 kodlu öğrenci ön testte;

3. $\cos 17^\circ = 0,956$ ve $\cos 54^\circ = 0,599$ olduğuna göre $\cos(17^\circ + 54^\circ)$ 'ün değerini bulunuz.

$$\cos(17^\circ + 54^\circ) = \cos 17 + \cos 54 = 0,956 + 0,599 = 1,555$$

cevabını vermiştir. Bu cevaptan da öğrenci de $\cos(x \pm y) = \cos x \pm \cos y$ kavram yanlışlığının bulunduğu anlaşılıyor.

D17 kodlu öğrenci bu soruya son testte aşağıdaki şekilde yanıt vermiştir:

3. $\cos 17^\circ = 0,956$ ve $\cos 54^\circ = 0,599$ olduğuna göre $\cos(17^\circ + 54^\circ)$ 'ün değerini bulunuz.

$$\cos(17^\circ + 54^\circ) = \cos 17 \cdot \cos 54 - \sin 17 \cdot \sin 54 = 0,956 \cdot 0,599 - \sin \text{ değerini bilmiyorum.}$$

Bu cevaptan anlaşılıyor ki öğrenci ön test sırasında sahip olduğu kavram yanlışlığını düzeltmiş fakat soruda sin değerleri verilmediği için sorunun tamamını yanıtlayamamıştır.

- “ $\sin 25^\circ = 0,423$ ve $\sin 27^\circ = 0,454$ olduğuna göre $\sin(27^\circ - 25^\circ)$ 'in değerini bulunuz” şeklinde verilen soruya D23 kodlu öğrenci ön testte;

4. $\sin 25^\circ = 0,423$ ve $\sin 27^\circ = 0,454$ olduğuna göre $\sin(27^\circ - 25^\circ)$ 'in değerini bulunuz.

$$\sin(27 - 25) = \sin 27 - \sin 25 = 0,454 - 0,423 = 0,031$$

cevabını vermiştir. Bu cevaptan öğrenci de $\sin(x-y) = \sin x - \sin y$ şeklinde bir kavram yanlışlığının olduğu anlaşılıyor.

D23 kodlu öğrenci bu soruya son testte aşağıdaki şekilde cevap vermiştir:

4. $\sin 25^\circ = 0,423$ ve $\sin 27^\circ = 0,454$ olduğuna göre $\sin(27^\circ - 25^\circ)$ 'in değerini bulunuz.

$$\sin(27 - 25) = \sin 27 \cdot \cos 25 - \cos 27 \cdot \sin 25 = (0,454) \cdot \cos 25 - \cos 27 \cdot (0,423)$$

Bu cevapla öğrencinin yanlışlığının farkına vardığı görülüyor.

- “ $\sin^2x + \cos^2x = 1$ olduğu hatırlanırsa; $\sin^25x + \cos^25x$ 'in değerini bulunuz” şeklinde verilen soruya

D20 kodlu öğrenci ön testte;

5. $\sin^25x + \cos^25x$ 'in değerini bulunuz.

$$\begin{aligned} \sin^25x &= 5x \sin^2x \Rightarrow \sin^25x + \cos^25x = 5 \cdot \sin^2x + 5x \cos^2x \\ \cos^25x &= 5 \cdot \cos^2x \Rightarrow &= 5(\sin^2x + \cos^2x) \\ &= 5 \cdot 1 \\ &= 5 \end{aligned}$$

cevabını vermiştir. Bu cevapla öğrencide $\sin^2ax + \cos^2ax = a$ şeklinde bir yanlış olduğu görülmüştür. Öğrenci bu soruya son testte;

5. $\sin^25x + \cos^25x$ 'in değerini bulunuz.

$$\sin^25x + \cos^25x = 1 \text{ olur}$$

cevabını vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci $\sin^2ax + \cos^2ax = 1$ olduğunun farkına varmıştır.

- $a = \cos 20^\circ$, $b = \cos 40^\circ$ ve $c = \cos 65^\circ$ olduğuna göre a,b,c' yi büyükten küçüğe doğru sıralayınız.” Şeklinde verilen soruya D6 kodlu öğrenci ön testte;

6. i) $a = \cos 20^\circ$, $b = \cos 40^\circ$ ve $c = \cos 65^\circ$ olduğuna göre a,b,c' yi büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

$$\cos 20 < \cos 40 < \cos 65$$

cevabını vermiştir. $f(x) = \cos x$; fonksiyonu için x değeri büyüdükçe f(x) değeri de büyür yanlışına sahiptir. D6 kodlu öğrenci son testte bu soruya;

6. i) $a = \cos 20^\circ$, $b = \cos 40^\circ$ ve $c = \cos 65^\circ$ olduğuna göre a,b,c' yi büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

Birim çemberde

$$\cos 20 > \cos 40 > \cos 65 \text{ 'dir}$$

cevabını vermiştir. Buradan öğrencilere Cabri'de gösterilen birim çember etkinliklerinin öğrencilerin yanlışlarını gidermesinde etkili olduğu söylenebilir.

Örneklerden anlaşıldığı gibi ön test sonuçları incelendiğinde öğrencilerin çoğunun kavram yanlışına sahip olduğu görülmüştür. Deney grubunda Cabri' ye uygun geliştirilen

çalışma yapıları ile yapılan uygulamalar sayesinde deney grubu öğrencileri birçok kavram yanlışını giderebilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Deney ve kontrol grubuna uygulanan ön test-son test sonuçları incelendiğinde her iki grupta da son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Buradan her iki grupta da yapılan uygulamaların öğrenci başarılarını artırdığını söyleyebiliriz. Deney ve kontrol grubuna uygulanan son test sonuçları incelendiğinde ise deney grubuna uygulanan bilgisayar destekli öğretimin, kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Blackett ve Tall(1991), Autin(2001), Güven(2002) ve Emlek(2007) gibi birçok araştırmacı da bilgisayar destekli öğretim ile öğrenen öğrencilerin geleneksel öğretim ile öğrenen öğrencilere göre daha başarılı olduklarını ve kavramları daha iyi öğrendiklerini ortaya koymaktadır. Bu durumun nedeni, öğrencilerin çalışma yapılarını tamamlayarak bilgiyi dinamik ortamda kendi başlarına yapılandırmaları ve dinamik ortamın öğrencilerdeki öğrenmeye karşı isteklerini arttırması olabilir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testte verdikleri cevaplar betimsel olarak analiz edildiğinde özellikle deney grubundaki öğrencilerin trigonometri konusunda ön test sırasında sahip oldukları birçok kavram yanlışını, yapılan uygulamaların bir sonucu olarak son test sırasında giderebildikleri görülmüştür. Bir örnek vermemiz gerekirse deney ve kontrol grubunda çok sayıda öğrenci; " $a = \cos 20^\circ$, $b = \cos 40^\circ$ ve $c = \cos 65^\circ$ olduğuna göre a, b, c ' yi büyükten küçüğe doğru sıralayınız." şeklindeki soruya ön test sırasında $a < b < c$ cevabını vermelerine rağmen son test sırasında deney grubundaki öğrencilerin birçoğu bu yanlışını giderebilmiş oysa kontrol grubunda fazla bir değişim görülmemiştir. Bunun nedeni olarak deney grubundaki öğrenciler dinamik geometri yazılımı Cabri sayesinde bilgisayar ekranında açı değerlerini ve açı ölçülerinin değiştirilmesi sonucunda ekrandaki çıktıları gözlemleme imkânına sahip olmuşlardır. Gördükleri şekiller ve değerlere müdahale etme fırsatları olduğu ve çok sayıda örnek yaparak değişik durumları inceleyebildikleri için öğrendikleri akıllarında yer etmiş ve bu yanlışlarını son test sırasında giderebilmişlerdir. Kontrol grubunda öğrenilenler kâğıt üzerinde kaldığı ve örnek sayısı ne kadar artırılsa da bilgiler ezbere öğrenildiği için önemli bir değişim görülmemiştir. Buradan dinamik geometri yazılımı Cabri'nin trigonometri konusundaki kavram yanlışlarını gidermede olumlu bir etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Bilgisayarın etkili hesaplama aleti olarak kullanılmasından daha önemli özelliği, soyut matematiksel kavramları elektronik ortamda somutlaştırabilmesidir(Baki, 2008). Deney grubuna uygulanan dinamik geometri yazılımı Cabri etkinlikleri ile de öğrenciler trigonometri konusundaki soyut birçok kavramı bilgisayar ortamında görerek ve süreç müdahale ederek somut hale dönüştürme imkânına sahip olmuşlardır. Örneğin öğrenciler önce $\sin x$ in grafiğini çizmiş ve grafiğin $[-1, 1]$ değer aralığında değiştiğini görmüşlerdir. Ardından $\sin x$ yerine, $\sin 2x$, $\sin 3x$, $\sin 4x$ şeklinde değerler yazıklarında da aralığın değişmediğini fark edebilmişlerdir. Ayrıca öğrenciler dinamik geometri yazılımı Cabri

sayesinde bilgisayara verdikleri girdilere karşılık ekrandaki çıktıları gözlemleyerek tahminlerde bulunma ve bu tahminleri test etme imkânına sahip olmuşlardır. Son olarak öğrencilerin kendi kullanımına sunulan yazılımları kullanarak kendi matematiksel çalışmalarını tasarlayabildikleri ve kendi öğrenmelerini kontrol altına alabildikleri söylenebilir (Baki, 2008).

5. Öneriler

- Bilgisayar destekli eğitimin uygulama alanları genişletilmeli ve tüm okullarda uygulanabilir hale gelebilmesi için yeterli alt yapı hazırlanmalıdır.
 - Öğrencilerin aktif olabileceği ve bilgilerini kendi başlarına yapılandırma fırsatı bulabilmeleri için matematiğin diğer konuları için de BDÖ materyalleri geliştirilmeli ve öğretmenlerin hizmetine sunulmalıdır.
 - BDÖ etkinliklerinin, öğrencilerin anlamlı öğrenme gerçekleştirmelerinde etkili olabilmesi için en önemli görev bu dinamik yazılımları uygulayacak olan öğretmenlere düşmektedir. Bu nedenle öğretmenleri bu dinamik yazılımlar ve kullanımları hakkında bilgilendirmek için hizmet içi kurslar düzenlenmelidir.
-

Dynamic Geometry Software of Cabri's Influence on 11 Grade Students' to Learn in Trigonometry Issues

Extended Abstract

Trigonometry, they often have difficulty teaching of teachers, students and the difficulty in learning a subject that is too complicated to be expressed. Rote learned about trigonometry formulas and theoretical knowledge of the show as a result of all the students can not learn enough about this and are developing a variety of misconceptions. In a study conducted in computer-aided environment courses to students' success in trigonometry is reported to have positive effects. Moving from the information in this study that dynamic geometry software of Cabri's on 11 grade students' success in trigonometry to determine the effect intended. The aim of these with in a selected high schools in the province of Trabzon, a total of 11 grade students with 51 (25 experimental, 26 control), a semi-experimental study was conducted. The subjects in the experimental group students according dynamic geometry software of Cabri with technology developed work sheets in an environment supporting the execution of the control group subjects were processed by traditional methods. The differences between experimental and control groups to determine the views of teachers, specialists and 10 item test was developed in line with an open-ended pre-test and post-test were used as test. Pre-test results are examined, the experimental and control group students; $\sin(ax) = a \cdot \sin(x)$, $\cos(x \pm y) = \cos(x) \pm \cos(y)$, $\sin(x \pm y) = \sin x \pm \sin y$, $\sin^2 ax + \cos^2 ax = 1$, $f(x) = \cos x$ function x value grows, f(x) value grows, all angles are positive as misconceptions are revealed. During the last test results were examined pre-test the resolve of the common misconceptions many have noticed. Experimental and control group pre-test and post-test scores were analyzed by t-test. The success of analytical results between experimental and control groups in the experimental group showed a significant difference. Implementation of examination process of using visual mathematical objects students mathematical concepts in understanding the highly effective, and software of Cabri in the variables change students in different states observe their general improvements to conduct acquaintance was seen.

Keywords: *Trigonometry, Misconceptions, Dynamic Geometry Software.*

Kaynaklar/Preferences

- Andreescu, T. & Feng, Z., (2005). 103 Trigonometry Problems From The Training Of The USA IMO Team, Birkhauser Boston,(www. birkhauser.com).
- Autin, N.P.,(2001). The Effect of Graphing Calculators On Secondary Students' Understanding Of The Inverse Trigonometric Functions, Faculty of The Universty of New Orleans, Doctoral Thesis, The Department of Curriculum and Instruction. USA.
- Baki, A., (2001). Bilişim Teknolojisi Işığında Matematik Eğitiminin Değerlendirilmesi, Milli Eğitim Dergisi, 149, 26-31.
- Baki, A., (2002). Öğrenen ve Öğretenler için Bilgisayar Destekli Matematik, Ankara: Ceren Yayın-Dağıtım.
- Baki, A., Güven, B. & Karataş, İ., (2004). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Keşfederek Matematik Öğrenme, *V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt II*, 884-891, ODTÜ, Ankara.
- Baki, A., (2008), Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi, Harf Eğitim Yayıncılık, Genişletilmiş Dördüncü Baskı, Ankara.
- Blackett, N. & Tall, D., (1991). Gender and versatile learning of trigonometry using computer software, In F. Furinghetti (ED.), Proceedings: Fifteenth PME Conference. Vol 1 (pp. 144-151), Italy.
- Choi-Koh, S.S., (2003). Effect of a graphing calculator on a 10th grade student's study of trigonometry, Journal of Educational Research, 96, 359-369.
- Demetgül, Z., (2001), Trigonometri konusundaki kavram yanlışlarının tespit edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,1145.
- Dikici, R. & İşleyen, T., (2004), Bağıntı ve fonksiyon konusundaki öğrenme güçlüklerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi, Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(2), 105-116.
- Doğan, A., (2001). Genel Liselerde Okutulan Trigonometri Konularının Öğretiminde Öğrencilerin Yanılgıları, Yanlıları ve Trigonometri Konularına Karşı Öğrenci Tutumları Üzerine Bir Alıştırma, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.
- Emlek, B., (2007), Dinamik Modelleme ile Bilgisayar Destekli Trigonometri Öğretimi, Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi A.B.D., Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya-2007.
- Güven, B., (2002). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Keşfederek Öğrenme. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Jinich, E., (1986). The Use of Computer in Teaching Mathematics, EURIT'86 Pergamon, New York.
- Markel, W. D., (1982). Trigonometry-Forgotten and Abused?, School Science and Mathematics, 82, 548-551.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). Curriculum and Evaluation Standards, Reston, Va.:NCTM.
-

- National Council of Teachers of Mathematics, (2000). Principles and Standards for School Mathematic,. Reston, Va.: NCTM.
- Orhun, N., (2001). Student's Mistakes and Misconceptions on Teaching of Trigonometry, Mathematics Education Into The 21st Century Project Proceedings of the International Conference New Ideas in Mathematics Education, Palm Cove, Quesnsland, Australia.
- Steckroth, J. J., (2007). Technology – Enhanced Mathematics Instruction: Effects Of Visualization On Student Understanding Of Trigonometry, Doctor of Philosophy, The Faculty Of The Curry School Of Education University Of Virginia.
- Tall, D.O., Blockland, P. & Kok, D. (1990) A Graphic Approach to the Calculus, IBM compatibles computers with CGA, EGA or Hercules graphics, Sunburst Inc, USA.
- Tarhan, V., (2007). Lise 2. Sınıfta Oluşturmacı Yaklaşımla Sunulan Trigonometri Öğretiminin Öğrencilerin Tutum Ve Başarılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Thompson, K.A., (2007). Student's Understanding of Trigonometry Enhanced Through The Use Of A Real World Problem: Improving The Instructional Sequence. Doctoral Thesis. Department of Mathematics. Illinois State University, USA.
-