

FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE BİLGİSAYAR KULLANIMININ ÖĞRENCİLER ÜZERİNE ETKİSİ

F.Nur AKI*, Zeynep GÜREL, Canan MUŞTU***, Oya OĞUZ ******

ÖZET

Fen ve mühendislik bölümlerinin programlarında yer alan temel bilim derslerinde bilgisayar kullanımı özellikle bu derslerde kullanılan matematiksel yöntemlerin öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır. Örneğin. bilgisayar programları sayesinde koordinat sistemleri ve aralarındaki dönüşümler daha kolay anlatılabilmektedir. Bu çalışma yapılırken “Polar Koordinatlar” konusu seçilmiş ve öncelikle konu klasik ders anlatımı ile verilmiştir; daha sonra ise yine aynı konu “Matematikçi Programı” ile desteklenerek öğrencilere anlatılmıştır. Klasik anlatım sonrası öğrencilere “Polar Koordinatlar” konusunu içeren problemlerden oluşan üç soruluk bir test uygulanmıştır Bilgisayar destekli ders anlatımı sonrası yeni bir üç soruluk test uygulanmış ve öğrenme düzeylerinin değişimleri ile ilgili elde edilen veriler istatistik paket programıyla analiz edilmiştir. Çalışmayı desteklemek amacıyla öğrenci görüşmesi yapılmış, bu görüşmeler sırasında yapılan kayıtlar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Fen Eğitimi, Matematikçi (MATHCAD)

EFFECTS ON STUDENTS IN COMPUTER USAGE IN SCIENCE EDUCATION

ABSTRACT

The computer usage in basic science courses offered in Science and Engineering programs is in progress nowadays. In this way some mathematical methods used in these courses can be easily thought. For example the usage of computer programs provides an easy understanding of coordinate systems and their transformations. In this work we studied the impression of using Turkish version of “MathCAD 6.0 Professional” on the development of students in science courses. Qualitative and quantitative data were collected in lessons during two weeks of instruction. This process could be divided into two parts. In the first part, the topic of “Polar Coordinates” is taught in traditional way. Then the students solved many problems and drew graphics of Polar Coordinate Equations by using Mathcad software. We examined the influence of the software on student interactions. In order to analyze the effect of the software, two tests were applied on students, and data points were analysed at statistical software.

Keywords: Computer Aided Science Education, MATHCAD

* İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, fnaki@iticu.edu.tr

** Marmara Üniversitesi, İstanbul, zgurel@marmara.edu.tr

*** İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, cmustu@iticu.edu.tr

**** İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, ooguz@iticu.edu.

1.GİRİŞ

Son çeyrek yüzyılda bilişim teknolojisi temel bilimlerde yapılan araştırmalar yanında öğretim ve eğitim etkinliklerinde kullanılmaktadır (Howson, 1986). Matematik ve fizik eğitiminde teknolojinin gerekliliği kaçınılmaz bir gerçek olmakla birlikte yapılan araştırmalarda bu kullanımın yetersiz kaldığı gözlenmektedir. Matematik, fizik biliminin alfabesini oluşturmaktadır. Bu da matematik eğitiminde kalitenin artırılmasının fizik eğitimini de geliştireceği anlamına gelmektedir. Matematik öğretimi ve eğitiminde tüm bilgisayar teknolojileri araçları birer amaç değil araçtır. Kullanıcıya ve kullanış biçimine göre bu araçlardan etkin olarak yararlanılmalıdır (Ersoy, 1994).

Bilim ve teknolojiye son yıllardaki köklü yenilikler, bilimlerin ortak dili olarak matematiğin daha hızlı gelişmesine ve kullanılmasına olanaklar sağlamıştır. Sözü geçen bu etkinliklerde bilişim teknolojisi'nin ürünlerinden bilgisayar, ileri grafik ve CAS (Computer Algebra Systems) Hesap Makineleri, yalnızca hızlı hesap yapmayı, grafik çizmeyi ve kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırmakla kalmamıştır, aynı zamanda matematikte çok sayıda problemlerin doğasını, bunları bulgulamak için matematikçilerin kullandıkları yöntemleri de etkileyerek bir kısmının değiştirmesine neden olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Yenilikler yalnızca matematikle sınırlı kalmamıştır, matematik ve fen bilimleri eğitimi alanında gözlemlenen değişikliklerin ve yeniliklerin örnekleri oldukça çoktur ve sürekli gelişmektedir (Ersoy, 2003). Fizik ve matematik gibi soyut kavramları içeren derslerde amaçlanan hedeflere ulaşılabilmesi için geleneksel yaklaşımların yanında bilgisayarların eğitim öğretim sürecinde kullanılarak; öğrenilmesi ve öğretilmesinde güçlük çekilen konuların azalması beklenmektedir (Akdeniz ve Yiğit, 2001).

Fen bilimleri ve ona dayalı olarak teknolojinin toplumun gelişimine sağladığı katkı inkar edilemez. Bu nedenle fen bilimlerinin önemi büyüktür. Fen derslerindeki öğrenci başarısının artırılması ile kavramsal anlamının geliştirilmesi amacıyla eğitimciler ve araştırmacılar farklı alanlarda yeni arayışlara yönelmektedir. Bu bağlamda “eğitim teknolojisi” bilminden yararlanılması kaçınılmazdır (Gemici vd, 2001).

Bilgisayarların eğitim sistemimize girmesi gerektiğini savunurken, öğrenciler üzerindeki etkilerinin ne olacağı hakkında bir kanaatin oluşması gereklidir. Eğer temel bilimler için bilgisayar yararlı ve öğrencinin başarısını etkiliyor ise bu desteklenmeli; eksikleri var ise bunlar giderilmelidir (Rüzgar, 2002).

Bu çalışmada matematik derslerinde yardımcı paket program olarak “Matcad” programının Türkçe versiyonu olan “Matematikçi” programını kullanan öğrenci

grubu örneklem olarak alınmıştır. Araştırmanın evreni aynı yıl bu dersi alan bütün öğrencilerdir. Bu uygulamayla öğrencilerin, matematik derslerine ilgisinin ve matematik konularındaki başarılarının artması hedeflenmekte ve fizik konuları için iyi bir matematiksel alt yapı oluşturulmaya çalışılmaktadır (Akı vd, 2003; Akı vd, 2004).

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Fen ve mühendislik eğitimi alan öğrencilere verilecek eğitimin teknolojik gelişmelerle paralel olması, bu mesleklerin doğası gereği bir zorunluluktur. Bu çalışmada bir çok fizik ünitesinde yeri olan “Polar Koordinatlar” konusunun, bilgisayar destekli öğretiminin, öğrenci başarısına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır ve bu amaçla ön test ve son test şeklinde dizayn edilen nitel araştırmanın sonuçları , örneklemin demografik özellikleri ile birlikte değerlendirilmiştir. “Polar koordinatlar konusunun bilgisayar destekli öğretiminin öğrenci başarısına etkisi var mıdır?” sorusu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

Araştırmanın sınırları:

Bu çalışma:

- 1- 2003-2004 Öğretim Yılı
- 2- Araştırmaya katılan 77 öğrenci
- 3- Polar Koordinatlar

konusu ile sınırlıdır.

3. YÖNTEM

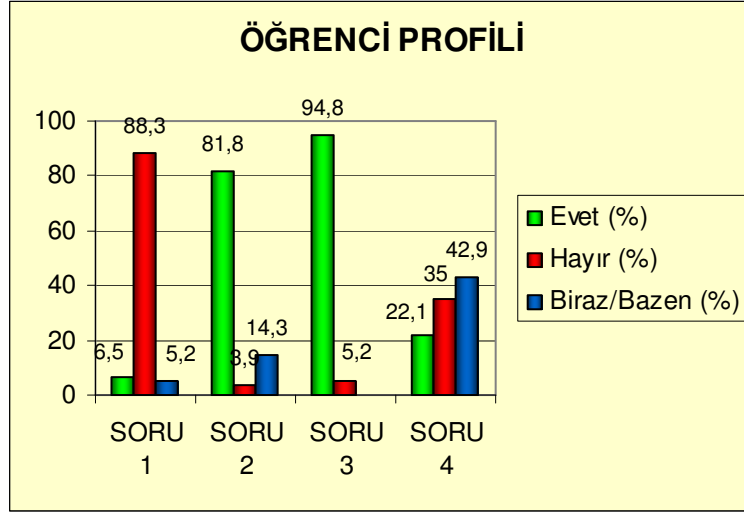
Bu çalışma, matematik-2 dersini alan, 77 üniversite öğrencisinin oluşturduğu bir grupta yapılmıştır. Katılımcıların yaş aralığı 18-22 olup, %30'u bayan, %70'i erkektir. Araştırmanın başında katılımcılara birer anket dağıtılarak, öğrencilerin özellikle bilgisayar konusundaki bilgi ve yetenekleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Ankette yer alan ve aşağıda belirtilmiş olan sorular ile öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar yardımıyla öğrenci profili belirlenmeye çalışılmış, elde edilen veriler Şekil 1’de sunulmuştur.

Soru 1: Üniversite öncesi bilgisayar kullanmayı biliyor muydunuz?

Soru 2: Üniversite öncesi bir matematik programı kullandınız mı? Kullandıysanız programın adını yazınız.

Soru 3: Evinizde bilgisayar var mı?

Soru 4: Lise döneminde verilen ödevlerinizi bilgisayar ortamında hazırlar mıydınız?



Şekil 1: Katılımcı profili grafiği

Soru 1'e verilen yanıtlar incelendiğinde üniversite öncesi bilgisayar kullanmayı bilen öğrenciler, toplamın %93,5'ni oluşturmaktadır. Bunun yanında üniversite öncesi bir matematik programı kullanmamış öğrenciler ise, soru 2'ye verilen yanıtlara göre, grubun %81,3'ünü oluşturmaktadır. Bu sorunun devamında kullanılan programın ismi istenmiştir. Matematik programı kullandığını söyleyen öğrencilerin tamamı 'Excel' yanıtını vermişlerdir. Öğrencilerin, % 94,8'inin evinde bilgisayar bulunurken, %65'i daha önce ödevlerinde bilgisayar kullandıklarını belirtmişlerdir.

Fizik dersi içinde çok iyi bilinmesi gereken konulardan biri koordinat sistemleri, bu sistemlerin kullanım alanları ve birbirlerine dönüşümleridir. Bu konu ise matematiğin temel konularından biridir. Bilindiği gibi koordinat sistemleri gibi bir konunun iyi anlaşılabilmesi, kavram hatalarının ortadan kaldırılabilmesi için çok sayıda çizim yapılması ve konunun örneklerle desteklenmesi gerekmektedir.

Özellikle polar koordinatlar konusu dik koordinatlarla karıştırılır, anlaşılmakta güçlük çekilir. Bu konunun klasik öğretimi yanında, bilgisayar başında matematik programıyla uygulama aşamasında öğrenciye bir çok farklı alıştırmanın çözdürülmesinin, elle çizimi zor olan ve vakit alan çeşitli grafiklerin çizdirilmesi ile öğrencilerin konuyu anlamalarında kolaylık sağlaması beklenmektedir. Görsellik

içeren bu gibi konuların bilgisayar destekli olarak öğretilmesi ile öğrencilerin bilişsel öğrenimi yanında duyuşsal yetilerini de kullanarak daha kalıcı bir öğrenim sağlanması hedeflenmektedir.

Son aşamada katılımcıların bilgisayar destekli eğitim ile ilgili fikirlerini almak, “matematikçi” programını kullanırken, gösterdikleri performansları detaylı olarak incelemek amacıyla heterojen başarı düzeylerine sahip, altışar kişilik iki grup ile görüşme yapılmış ve bu görüşmeler kaydedilmiştir.

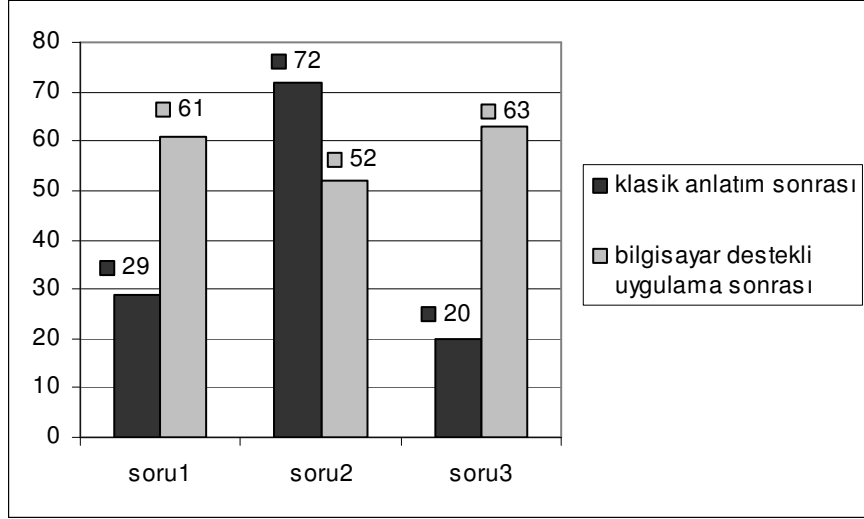
4. BULGULAR

Çalışmanın birinci aşamasında, konu öğrencilere geleneksel yöntemle anlatılmış ve öğrenme düzeylerini tespit etmek amacıyla bir öntest uygulanmıştır. İkinci aşamada konu tekrarı ve anlatımı, matematikçi programında yapılan örnekler ve alıştırmalarla desteklenmiş dersin ardından sontest uygulanmıştır. Bu iki test soruları için öncelikle normatif analiz yapılarak iki ders sonrası öğrenim düzeyleri karşılaştırılmıştır. Öntest ve sonteste sorulan sorular Tablo 1’de ve bu sorulara verilen yanıtların doğruluk yüzdeleri Şekil 2’de görülmektedir. Şekil 2 oluşturulurken yanıtsız soruların yüzdeleri göz önünde bulundurulmamaktadır.

Tablo 1: Ön test ve son test soruları

Ön testte sorulan sorular	
Soru 1	$P(-3, \pi)$ noktasını işaretleyiniz ve dik koordinatlardaki karşılığını yazınız.
Soru 2	$\theta = \pi/3$, $-1 \leq r \leq 3$ ifadesini çizerek gösteriniz.
Soru 3	$r = 1 - \cos \theta$ eğrisini çizin ve alanını bulunuz.
Son testte sorulan sorular	
Soru 1	$P(-2, \pi/3)$ noktasını işaretleyiniz ve dik koordinatlardaki karşılığını yazınız.
Soru 2	$r = \cos 3\theta$ eğrisini tablo oluşturarak çizin.
Soru 3	$r = 1 + \cos \theta$ eğrisini çizin ve alanını bulunuz.

Klasik anlatım sonrası normatif analiz yapıldığında soru 2’nin %72 oranında doğru yanıtlandığı görülmektedir. Doğru yanıt oranının yüksekliğinden dolayı, klasik anlatımın bu soru için yeterli olduğu gerekçesiyle, bilgisayar uygulaması sonrası bu soru tarzı testten çıkarılarak yapılan çizim alıştırmalarına paralel olan yeni soru eklenmiştir.

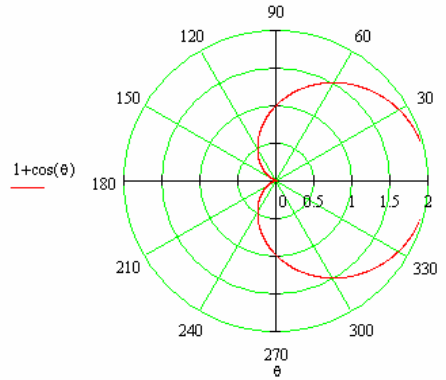


Şekil 2: Normatif analiz sonucu sorulara verilen yanıtların doğruluk oranları

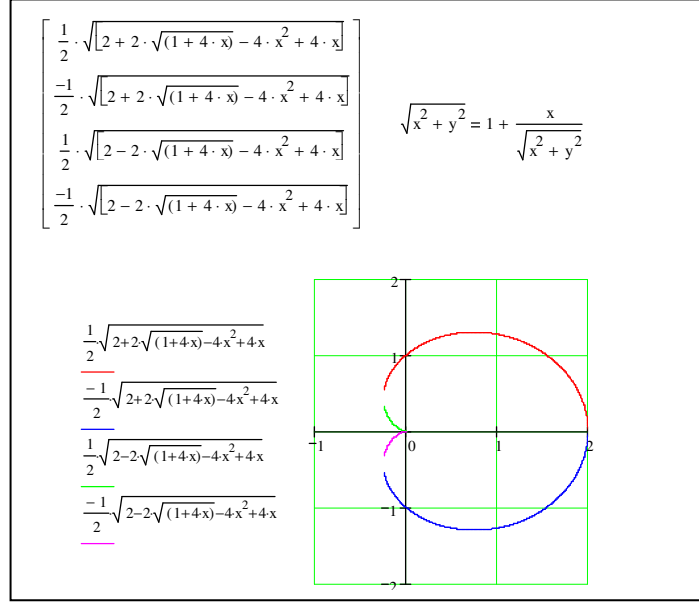
Öntest ve sontestin normatif analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre, bilgisayar destekli anlatım sonucu öğrencilerin, polar koordinatlar konusundaki başarı oranlarında bir yükselme gözlenmektedir. Her iki teste de Soru 1’de polar koordinatlarda verilen bir noktanın işaretlenmesi ve dik koordinatlardaki karşılığı istenerek iki koordinat sistemi arasındaki ilişkinin, öğrenciler tarafından kurulup kurulmadığı incelenmiştir. Şekil 2’deki yüzde oranları incelendiğinde bu sorunun yanıtlanmasındaki başarı oranında bilgisayar uygulaması sonrası %32’lik bir artış olduğu görülmektedir. Soru 2’nin içeriğinin öntest sonrası değiştirilmesinden dolayı, başarı oranları konusunda bir yorum yapılamamaktadır, fakat son testte sorulan yeni tarzdaki soruya verilen doğru yanıt oranının %52 olduğu görülmektedir. Soru 3’te ise öğrencilerin polar koordinatlarda bir denklemin grafiğini çizim bilgileri ve bu çizimin alanını bulmak için kullandıkları matematiksel bilgilerin doğruluğu incelenmiştir. Bu soru için de doğruluk oranları incelendiğinde uygulama dersi sonrası %43 seviyesinde bir artış olduğu görülmektedir.

5. GÖRÜŞME

Yazılı testte yansıtılan öğrenci görüşlerinin tutarlılığı konusunda güvenilir iddialarda bulunabilmek için, bu çalışma öğrencilerle aktif sınıf ortamında yarı yapılandırılmış görüşmelerle paralel olarak desteklenmiştir. Mülakata altışar kişilik iki grup katılmış, katılımcıların konuyla ilgili çeşitli sorular ve grafikler hakkındaki fikirleri alınmıştır. Görüşme sırasında geçen diyaloglar kameraya kaydedilmiştir. Verilerin bozulmaması ve analiz sırasında yapacağımız yorumların sağlıklı olabilmesi açısından öğrenci diyalogları konuşma dili şeklinde, imla hataları dikkate alınmadan yazılı kaydedilmiştir. Yapılan görüşmelerde, öğrencilerin kutupsal koordinatlar konusundaki bir noktanın yerini belirleme, çizilen iki grafiğin gizli kesişim noktalarını tespit etme, bir kutupsal koordinat eğrisinin alanını bulma gibi konularda edindikleri bilgilere, kullanılan bilgisayar programının katkısı incelenmiş, öğrencilerin neden kutupsal koordinatları kullandıklarını bilip bilmedikleri araştırılmıştır. Bunların yanında, bu konunun bilgisayar destekli olarak öğretilmesinin, öğrenim düzeylerine bir katkısının olup olmadığı öğrencilere sorulmuştur. Öğrencilere neden polar koordinatlar kullandığımız sorusu yöneltilmiş fakat kesin bir yanıt alınamamıştır. Bu nedenle $r=1+\cos\theta$ grafiği hem dik, hem de polar koordinatlarda matematikçi programında çizdirilmiştir. Dik koordinatlarda çizim için denklemi, öncelikle dik koordinat sistemine uygun bir ifade haline getirmek amacıyla matematiksel dönüşümler yaptırılmıştır. Dik koordinatlarda şeklin çizim süresi 5 dakika, polar koordinatlarda ise çizim süresi yaklaşık 30 saniye olmuştur. Şekil 3'te polar koordinatlarda kardioid çizimi ve çizim için yapılan işlemler, Şekil 4'te ise dik koordinatlarda kardioid çizimi görülmektedir.



Şekil 3: Polar koordinatlarda kardioid çizimi



Sekil 4: Dik koordinatlarda kardiod çizimi

Çizim sonrası yapılan diyaloglara örnekler:

G: Görüşmeci

M,E,Y,B,B2,Ç: katılımcı öğrenciler (B, Y, M, Ç Endüstri Müh; B2, E, C Bilgisayar Müh)

G: Hangisini çizmek daha kolay ?

B: Bazı durumlarda polar bazı durumlarda dik kooordinatlar kolay, buradaki şekil için polar daha kolay.

B: Bu şekli bilgisayarda dik koordinatlarla çizmek dakikalarımızı aldı elde çizmek zorunda kalsaydık saatlerimizi alırdı.

Ç: Belki de günlerimizi alırdı.

G: Polar koordinatlar niçin kullanılıyor, ne demek istersiniz?

B: Hayatı basitleştirmek için

G: Dik koordinatlarda çizimi çok zor olan veya mümkün olmayan şekilleri polar koordinatlarda kolayca çizebiliriz.

Polar koordinatlar konusunda

G: Daha önce de derste yaptığımız bir şeyi yapacağız. Polar koordinatlarda iki grafik çizeceğiz. $r^2=4\cos\theta$ grafiğini nasıl çizersiniz?

M: Karekökünü alırız.

G: İkincisi ise $r=1-\cos\theta$

B2: Kardioid hocam

..... görüşmecinin yönlendirmesiyle çizim yapılmıştır.

G: Burada ne görüyorsunuz kaç yerde kesişim var?

B: 4 ya da 5

E: 4

G: Dik koordinatlarda iki eğrinin kesiştiği noktaları bulmak için ne yaparsınız?

B: Denklemleri birbirine eşitleriz.

G: Burada aynı şeyi yaparsak... Matematikçide yapın bakalım.

Bilgisayarda iki yarıçap eşitleniyor ve θ çekilerek değeri bulunuyor.

B: 80.121 derece

G: 80.121 derece grafikte neresidir?

Y: Bilgisayar ekranında üst kesişim noktasını gösterir.

G: Bu kesişim noktasının simetriği var mı?

Y: Var

G: Neresi?

Y: Ekranda işaret eder.

G: Peki buranın değeri nedir?

B: 360-80.121 derece'dir

Başka bir şekilde söyleyebilir miyiz?

B2: -80.121 derece diyebiliriz

G: Bu θ değerinde kesiştiğini görüyoruz. Peki r değerlerini nasıl buluruz?

B2: Denklemlerde θ değerlerini yerine koyarız.

G: Siz bana biraz önce dört nokta kesiştiğini gördüğünüzü söylemiştiniz, o dört noktayı neden bu yöntemle hesaplayamadım?

B: Çünkü r değerini bilmiyoruz.

Y: Onlar sıfır ama

G: Görüntüde kesişiyormuş gibi duruyorlar.

.....

G: Bir kere sıfırın üzerinde kesiştiğini görüyor musunuz?

Öğrenciler: Görüyoruz.

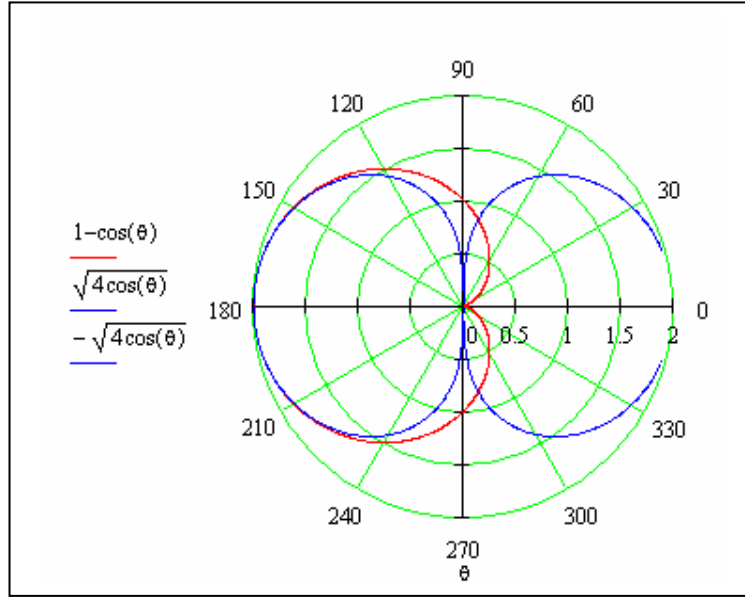
G: Bir de 180° 'de kesişim var gibi duruyor onlar gerçekten sıfır ve 180 derecede mi kesişiyorlar?

B2: Bence bunlar kesişmiyor

G: Ama senin gördüğün bir kesişim var burda değil mi?

B2: Ama şey konunca.....

G: $r=1-\cos\theta$ 'da θ yerine sıfır koyun, r ne oluyor?



Sekil 5: Polar koordinatlarda kesişen iki eğri grafiği

B,B2,Y: 2 olur.

G: $\theta=0^\circ$ de kesişmişler mi?

Öğrenciler: hayır

G: İkisi de aynı derecede kesişmemişler ama, bir kesişim görünüyor neden?

B: Orada kesişim yok teğet geçmiş?

B: Biri sıfırdan başlıyor, diğeri ikiden başlıyor.

G: $1-\cos\theta$ 'nın sıfırda sıfır olduğunu gördüm diğeri için nerede sıfır oluyor?

B: 1 derecede

G: Ekranda 1 dereceyi bana gösterebilir misin?

B: (bilgisayarda bir noktayı gösterir) Şu mu hocam. Yok ama olmuyor!

B2: 90° olması gerekmiyor mu?

G: Niye 90° olması gerekiyor?

B2: 90° olursa çünkü $\cos 90^\circ$ sıfır olacak.

B: Ben niye bir dedim ya...

G: $1-\cos\theta$ $\theta=0^\circ$ da sıfır oluyor. Diğeri için ne oluyor?

Y: 90° da sıfır oluyor

G: İkisi de aynı dereceye geldikleri zaman mı aynı yerde oldular.

Öğrenciler: Hayır

Görüşmeye katılan öğrencilere bu konunun bilgisayar destekli olarak anlatılması hakkındaki fikirleri sorulduğunda öğrenci yanıtları şöyledir:

M: Sonuçta burada şöyle birşey var; bir yere eski model bir arabayla da gidebilirsiniz son modelle de, ama yine aynı yere gitmiş olursunuz. Ama son model araba rahat ve hızlıdır, biz onu tercih ediyoruz.

B: Elde düzgün çizim yapamıyoruz, dolayısıyla konuyu anlamamız zorlaşıyor. Yanlış çizim yaptığımızda konuyu da hatalı öğrenebiliyoruz. Bilgisayarda grafik çizimleri çok daha düzgün ve anlaşılır oluyor.

Y: Kısa zamanda çok örnek çözebiliyoruz, konuyu daha iyi anlayabiliyoruz.

B: Mezun olunca, eğer bilgisayarla çalışma imkanı bulabileceksek bu yaptıklarımız o zaman bir işe yarayabilir.

B,Ç: Derslerde bir sürü örnek çözdük, bu örneklerden sonra şekilleri daha iyi tanıdık.

G: Peki şunu sorayım size bu konuyu bilgisayarla mı öğrenmek daha kolay geldi, yoksa ben çizerek daha iyi yapabilirdim mi diyorsunuz?

Ç,E: Bilgisayarla

C: Bence ilk ders önemliydi, önemli olan konunun temel aşamalarını öğrenmek gerekir. Bilgisayarla örnek yapılır, ama tahtanın da olması gerekir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Öntest ve sontest için yapılan normatif analiz sonucu “matematikçi” programı ile yapılan uygulamada öğrenci başarısının arttığı gözlenmiştir. Bu bulgulara göre; bilgisayar destekli eğitimin bilişsel ve duyuşsal davranışların kazandırılmasında geleneksel yöntemlere göre daha başarılı olduğu söylenebilir.

Uygulamalı öğretim ve görüşmeler sırasında öğrencilerin birbirleriyle etkileşimlerinin arttığı gözlenmiştir. Öğrenciler kendi yaptıkları hataları diğer arkadaşlarının ekranlarına bakarak fark etmekte ve aynı şekilde birbirlerinin hatalarını gördüklerinde yardımlaşmaktadırlar. Yardım isteyen öğrencilerin hatalarını bilgisayar ekranında görebilmesinin kolay olması dolayısıyla öğretim elemanı öğrencilere etkin bir şekilde yardımcı olabilmektedir.

Bütün bunların yanında bu çalışmaya katılan öğrenci profili de göz önüne alınmalıdır. Şekil 1’e bakıldığında katılan öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun önceden bilgisayar bilgisine sahip olduğu ve yine öğrencilerin neredeyse tamamının

evde bilgisayarı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu araştırmanın bilgisayar bilgisi yetersiz olan katılımcılarla yapılmasında ortaya çıkacak sonuçların ne olabileceği konusunda, bu çalışma grubuna göre bir yordama yapılamamaktadır.

Temel bilimler öğretiminde, öğrencilerin grafikler ve fonksiyonları daha kolay kavramasını, çözümleri daha hızlı gerçekleştirerek çözülebilecek örnek sayısını arttırmasını amaçladığımızda derslerin bilgisayar destekli olmasının önemi anlaşılmaktadır.

7. KAYNAKÇA

Akdeniz A.R.; Yiğit N., (2001) “Fen Bilimleri Öğretiminde Bilgisayar Destekli Materyallerin Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisi: Sürtünme Kuvveti Örneği”, T.C. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul

Akı F.N., Gürel Z., Muştı C., Oğuz O., (Aralık 2003) “Bilgisayar Destekli Matematik Derslerinin Matematik Öğretisine Katkısının İncelenmesi”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi, (Sayı:4), 213-222, İstanbul.

Akı F.N., Gürel Z., Muştı C., Oğuz O., (Eylül 2004) “Matematik Dersi Uygulamalarında Matematik Yazılımı Kullanılmasının Mühendislik ve Fizik Bölümü Öğrencilerinin Öğrenmeleri Üzerindeki Etkisi”, Türk Fizik Derneği 22. Fizik Kongresi, CD basımı, Bodrum.

Ersoy Y., (1994) “On The Introduction Of Computer-Based Mathematics Instruction Into The Turkish Educational System”. In: Graf, K. D et al (eds). Technology in the Service of the Mathematics Curriculum. Proceeding of ICME-7, pp: 251-261. Berlin: Frei Universitat Berlin Pub.

Ersoy Y., (2003) “Hesap Makinesi Destekli Matematik Öğretimi : Öğretmen Görüşleri ve Genel Eğilimler” Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim-online Dergisi (sayı:2), 35-60, İzmir.

Gemici Ö.; Korkusuz E.; Bozan M.; Sarıkaya A., (Eylül, 2001) “Bilgisayar Destekli Fen Eğitimi ve Bir Örnek Uygulama”, Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 255-259 Maltepe Üniversitesi, İstanbul

Howson A.G., and J. P. Kahane, (eds). (1986) “The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and Its Teaching”. ICMI Study Series. Cambridge: Cambridge Uni. Press.

Rüzgar N.S., (Ekim 2002) “Teknoloji Eğitimi Alan İki Grup Üzerinde Yapılan Klasik ve Bilgisayar Destekli Matematik Eğitiminin Karşılaştırılması” II. Uluslar Arası Eğitim Teknolojileri Sempozyum ve Fuarı Bildirileri, 60. Bildiri, Sakarya.