T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FONKSİYON KAVRAMININ ÖĞRETİMİNE BİLGİSAYAR CEBİRİ SİSTEMLERİNİN ETKİSİ

GÜLER TULUK

DOKTORA TEZİ

ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK
ALANLARI EĞİTİMİ BÖLÜMÜ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMANLAR
Prof. Dr. Ahmet KAÇAR
Prof. Dr. Halil İbrahim YALIN

ANKARA-2007

T.C

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Güler TULUK'un **FONKSİYON KAVRAMININ ÖĞRETİMİNE BİLGİSAYAR CEBİRİ SİSTEMLERİNİN ETKİSİ** başlıklı tezi . Haziran. 2007 tarihinde jürimiz tarafından **Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında** Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	**Prof. Dr. Ahmet KAÇAR**	....
Üye	**Prof. Dr. Şeref MİRASYEDİOĞLU**	....
Üye	**Prof. Dr. Petek AŞKAR**	....
Üye	**Prof. Dr. Ziya ARGÜN**	....
Üye	**Doç. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK**	....

ÖNSÖZ

Teori – uygulama – teknoloji; üçünün birleştirilmesi Aristo'dan bu yana sorun olmaya devam etmektedir. Çağdaş eğitimin, bu sorunu çözme çabalarında, öğretmen eğitiminin katkıda bulunması fırsat ve yararlar sağlayabilir.

- Bu çalışma ile ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının fonksiyon kavramını BCS (Bilgisayar Cebiri Sistemleri) yapılandırmacı öğretim ile keşfederken hem öğrenen hem öğreten olarak BCS ile donatılmış bir ortamda yeni öğrenme ve öğretme deneyimleri kazanmaları amaçlanmıştır.

İlk olarak doktora öğrenimi ve tez aşamasında her zaman ilgisini, desteğini, rehberliğini veren danışmanım Prof. Dr. Ahmet KAÇAR'a, araştırmanın kritik noktalarında yardımcı olan ikinci tez danışmanım Prof. Dr. Halil İbrahim YALIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme kurulu üyeliğini kabul eden Prof. Dr. Petek AŞKAR'a, hem ders aşamasında bilgilenmemizi arttıran hem de tez izleme kurulu üyeliğini kabul eden Prof. Dr. Şeref MİRASYEDİOĞLU'na destekleri, önerileri, katkıları için teşekkür ederim.

Ayrıca değerli matematik öğretmeni adayları olmasaydı bu çalışma yapılamazdı. İleride matematik öğreten ve öğrenici olacakları için. Onlara bana verdikleri dönütler, samimiyetleri için teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitim süresince beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve benimle aynı heyecanı paylaşan değerli eşim Aliihsan TULUK'a ve A. Gökçen TULUK' a, bugünlere gelmemde en büyük desteğim babama ve anneme şükranlarımı sunarım.

ÖZET

FONKSİYON KAVRAMININ ÖĞRETİMİNDE BİLGİSAYAR CEBİRİ SİSTEMLERİNİN ETKİSİ

(DOKTORA TEZİ)

GÜLER TULUK

Gazi Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Haziran - 2007

Matematik, öğrencilerin okulda öğrenmek zorunda oldukları en önemli konulardandır. Matematik insani bir etkinliktir, dolayısıyla öğrenci onun bir parçası olabilmelidir. Öğrenciler birtakım kuralları ezberlemek yerine matematiği sosyal bir ortam içerisinde matematiksel kavram ve bağıntıları kendileri yapılandırarak öğrenebilirler.

Bu bağlamda, araştırmada ilköğretim matematik öğretmenleri için çok önemli olan Genel Matematik konularının içindeki fonksiyon kavramının öğretiminde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin (BCS) kullanılmasından doğan etki incelenmiştir. Bu amaçla Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı, 1. sınıf öğretmen adaylarından 30 kişilik bir sınıf ve bu sınıfta oluşturulan rastgele seçilmiş iki gruba, ilki Yapılandırmacı + BCS (Maple) ve ikincisi yapılandırmacı olacak şekilde iki ayrı öğretim yöntemi uygulanmıştır. Grupların arasında matematik ön tutum ölçeğine göre bir fark bulunmamaktadır. Her iki grupta da araştırmacı tarafından geliştirilen çalışma yaprakları kullanılmıştır. 16 ders saati süren çalışmadan sonra son test ve son tutum ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen nicel veriler uygun parametrik ve non-parametrik istatistik testleri ile analiz edilerek bazı nitel verilerin de desteği ile yorumlanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Yapılandırmacı yaklaşıma uygun ortamda BCS ile ders işleyen grubun problem çözme becerilerinin, sadece yapılandırmacı ortamda, ancak BCS uygulamalarına katılmayarak ders işleyen öğrencilere göre anlamlı bir şekilde ($p = .021 < .05$) yüksek olduğu,

2. BCS + yapılandırmacı grubun, grup içi matematiğe yönelik tutumunda anlamlı bir şekilde yüksek olduğu ($p = .047 < .05$)

Ayrıca BCS + yapılandırmacı öğretim ortamındaki adayların bu ortamdan nasıl etkilendikleri araştırıldı. Araştırma katılımcıların;

- matematik öğretiminde yeni alışkanlıklar ve stratejiler geliştirmeye başlamalarına,
- öğrenirken yeni bakışlar kazanmaya başlamalarına yol açtığını gösterdi.

Anahtar kelimeler: Bilgisayar cebiri sistemleri, Genel Matematik Öğretimi, Fonksiyon kavramı, Problem Çözme, Kavramsal Anlama, İşlem Becerisi.

Tez yöneticileri: Prof. Dr. Ahmet KAÇAR

Prof. Dr. Halil İbrahim YALIN

ABSTRACT

THE EFFECT OF COMPUTER ALGEBRA SYSTEMS IN THE TEACHING OF FUNCTON CONCEPT

(Ph. D. Thesis)

GÜLER TULUK

Gazi University
Instutie of Education Sciences

June - 2007

Mathematics is one of the most important subjects that students are required to learn in school. Mathematics is a human activity therefore students should also be part of it. Instead of memorizing independent set of rules, students can construct mathematical concepts and relations (theorems) by doing mathematics in a social setting with computer algebra system's.

In order to apply these learning model in real – life, teaching environments and methods on these learning approaches have been developed in a teacher training course. In this study, two learning approaches, which have been seen as suitable and applicable in preservice teacher's mathematics education, "constructivist learning" and "Constructivist learning + CAS" approaches, are described and compared. 30 freshmen students from Primary Mathematics Education Department of Kastamonu Faculty of Education of Kastamonu University was chosen as research group. This research group divided into two groups whose attitudes towards mathematics are equivalent. One of these groups had been took the calculus course in a constructivist environment. The other group had been took that course also in constructivist environment by using CAS (Maple).

Afterwards, two course post-tests and post-attitude scale had been applied to the groups. The quantitative data was analyzed by using appropriate parametric and non-parametric statistical tests. Briefly, the following results had been determined by the support of some qualitative data.

Although the CAS + constructivist group's general achievement is slightly higher then the other group, this difference is not statistically significant.

1. It is determined that CAS + constructivist group's problem solving level is significantly higher then the other group. ($p = .021 < .05$)

2. It is also determined that CAS + constructivist support is significantly effective on attitudes towards mathematics ($p = .047 < .05$).

The another question of the study was to investigate how CAS + constructivist mathematics course affected the ideas of prospective teachers as a result of their experiences within that enviroment. The study showed that participants were;

- including to devolepe new ways and strategies for mathematics teaching; and
- gaining new perspectives on learning as learners.

Key Concepts: Computer Algebra Systems, Function Concept, Computational Skill, Conceptual Understanding, Problem Solving.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde 1960'lı yıllarda başlayan matematik öğretiminin kapsam ve yöntem bakımından tartışılması günümüzde de devam etmektedir. *"fonksiyon kavramının öğretimine BCS (bilgisayar cebiri sistemi) kullanımının etkisi"* başlıklı incelemenin temel amacı öğrenme – öğretme süreçlerini yönlendiren yeni bir akım olan yapılandırmacılık anlayışını bilgisayar cebiri sistemleri (BCS) ile birlikte yüksek öğretimde öğretmen yetiştirmede matematik eğitiminde irdeleyebilmektir.

Öğrenme – öğretme sürecinde uygulamaları rastlantılardan kurtaracak olan kuram – uygulama – teknoloji bütünlüğünün kurulmasıdır.

Eğitim öğrenciyi bir bütün olarak ele alır ve ideal olarak, okulda etkili olabilecek öğrenme koşullarını sağlamaya çalışır. Eğitimcinin amacı sorumlu olduğu öğrencilerin öğrenmelerini geliştirmek için elinden gelen bütün olanakları kullanmaya çalışmaktır. Öğretim süreçleri ve bu süreci yönlendiren insan gücü olarak öğretmenlerin yetiştirilmesi her ülke için önemlidir.

Bu görüşten yola çıkarak bu çalışmada yapılandırmacılık kuramı, inceleme alanı da yüksek öğretimde matematik ve matematik eğitimidir. BCS destekli yapılandırmacılık anlayışına dayanarak gerçekleştirilen uygulama matematik öğretmenlerinin yetiştirilmesine yönelik programlarda yer alan Genel Matematik dersidir.

Amaçlanan yapılandırmacılık ilkelerine dayanarak Genel Matematik dersindeki fonksiyon kavramının BCS'li ve normal bir sınıf ortamında nasıl işlenebileceği sorusunu cevaplandırabilmektir.

Bilgisayarın matematik eğitiminde sahip olduğu potansiyel, bilgisayarın niteliğinden çok kullanıcının amaçlarına bağlıdır. Bu nedenle bilgisayarın matematik eğitiminde etkili bir şekilde nasıl kullanılması gerektiği tartışılmalıdır.

Matematik öğretmeni yetiştirme çok boyutlu bir alandır. Yapılandırmacılık + BCS kuramının alan bilgisi, alan öğretim bilgisi ve öğretmenlik meslek bilgisine yapabileceği katkılar düşünülerek bu çalışma hazırlanmıştır.

Bu çalışmada: yapılandırmacı ve BCS + destekli yapılandırmacı matematik öğretimi modeli bir ders geliştirilerek,

- Öğretmen adaylarının; işlemsel anlama, kavramsal anlama, problem çözme becerileri ve matematiğe yönelik tutumlarının geliştirilmesi,
- Öğretmen adayının BCS + Yapılandırmacılık hakkındaki görüşlerinin elde edilmesi

amaçlanmaktadır.

1. 1 Niçin Öğretmen Eğitimi

Dewey'e (1916) göre;

"olgunlaşmayı yaşam yeterliklerini sağlamak üzere yaştan bağımsız olarak yapılan her türlü girişim eğitim kapsamına girer".

İnsan kendisini değiştirerek ve yenileyerek yaşamını sürdürür. Yaşamın devamı canlı organizmaların çevrelerine sürekli bir uyum sağlama çabalarının sonucudur (Dewey, 1966). İnsan kendi kendisini yeniler. Kendi türünü üretir. Bir insanın yaşamı kendini sürekli yenilemesi yani deneyimler dizisidir.

Uygarlığın ilerlemesiyle olgunlaşmamış insanın ve yetişkin insanın sahip olduğu kapasiteler arasındaki fark artmaktadır (Dewey, 1966). Toplum devamını sağlamak ister. Bu ise gençlerle yetişkinler arasında uzlaşma gerektirir. Bunu sağlamak ve gerçekleştirmek için eğitime ihtiyacı vardır. Toplumsal hayatın devamı topluma yeni katılan bireylerin eğitilmesi ile olur.

Ortak anlayış geliştirmek için bireyler arasında etkileşime gerek vardır. İyi bir etkileşim için diğer bireylerin varlığına ve anlayışlarına ihtiyaç vardır. Dewey'e (1990) göre;

"Toplum içindeki etkileşim toplumsal deneyimlerin geliştirilmesini öğrettiği kadar, bilişsel becerileri de geliştirir, doğru davranma sorumluluğunu kazandırır, düşünceleri canlandırır"

Okulda sınıflar toplum içindeki etkileşimin devam ettiği yerlerdir. Okulda verilen eğitim bu sürece en önemli katkıları sağlar. Çünkü, yeni düzende toplumlar eski toplumlara göre daha karmaşık ortam ve ilişkiler ağı içinde varlıklarını sürdürmektedirler. Bu durumda eğitim paradigması değişmek durumundadır. Günümüzde bu dünyaya ait bilgileri ve hedefleri daha uygun ve kolay aktarmak gerekmektedir.

Deneyimler birlikte yaşanır, paylaşılır. Paylaşanlar tarafından ortak anlamlar çıkartmak zorunlu hale gelir. Öğretmen – öğrenci birlikte başarılı bir deneyim yaşamaları için işaretlere aynı anlamı vermelidirler. Matematik kavramlar, öğretmen – öğrenci ortak deneyimlerle kullanılması sonucu edinilir. Ortak deneyim işlem yapmak ve algoritmayı kurmak değildir. Matematik kavramlar gerçek hayatın içinde veya gerçek hayatın temsili olan içerikte ve daha sonra farklı içeriklerde ve durumlarda kullanıldıklarında fiziksel bir etkiye dönüşürler ve insanın davranışlarına yön verirler.

İnsan bir deneyime süreçte etkin bir biçimde katılır ve etki altında kalırsa bu iki durum arasındaki ilişki deneyimin verimliliğini belirler. Deneyimlerden öğrenmek derken önceki ve sonraki eylemlerimiz arasındaki ilişkileri görmemiz ve keşfetmemiz anlamı ortaya çıkar. Bu bağlamda, deneyim fiziksel ve bilişsel bir süreçtir. Biyolojik ve zihinsel olarak etkin katılımla deneyim anlam kazanır. Bir insan için bedeninin ve zihninin katılmadığı bir deneyim var olamaz (Dewey, **a.g.e**)

Eğitim Fakültesi toplumsal yaşama, öğretmen olarak katılacak öğretmen adaylarının dikkatini neye odaklamaları gerektiğini göstermelidir. İlköğretim okullarındaki önemli olan kavramları öne çıkarmalı ve bilgiyi bu çerçevede de yapılandırma gayretine katılmalıdırlar. Öğretmen adayının görev yapacağı ilköğretim kurumunun da amacı öğrencileri hayata ve bir üst öğrenime hazırlamaktır.

Okullarda bütün bireyler bir yönüyle toplum içindeki gibi küçük gruplar ve ilişkiler de geliştirirler. Dolayısıyla okulda, sınıflarda bireyler birbirinden farklı ilişkiler ve eylemlerde bulunurlar.

Günümüzde “bilginin yeni kuşaklara aktarılmasında okullar görevlidir” şeklinde bir anlayış vardır. Eğitim, “bilgiyi aktarma biçimine” dönüşünce bunun yeni kuşakları gerçek hayata hazırlamadığı yönünden eleştirilmektedir. Okullarda öğrenilen bilgi okul ortamında ve okul içi bağlamlarda kullanılabilirken, bu bilginin daha sonra, gerçek hayatta kullanılma garantisi yoktur (Richardson, 1997). Bunun yerine bilginin gerçek hayattaki içeriği ile öğrenilmesi - bu şekilde de öğrenilen bilginin anlam kazanacağı düşünülmekte – önerilmektedir. Eğitimde öğrenenler, bilgiyle doldurulabilecek içi boş kaplar olarak görülmektedir (Ertürk, 1978; Freire, 1993), oysa olması gereken öğrenenlerin bilgiyi anlamlı olarak nasıl kullanacaklarının anlayışının yerleştirilmesidir. Bu şekilde, eğitim süreci içinde kendi öğrenimi için sorumluluk alacak bireyler ortaya çıkabilir. Martin'e (2000) göre de;

> "çocukların gücü ellerine almaları için düşünme becerilerini geliştirmeleri gerekir. Kendi bilgi ve düşünmelerinin sorumluluğunu almaları gerekir. Doğru-yanlış değerlendirmeleri yerine öğrenenlerin kendileri soruları sormalı ve cevap verme yollarına kendileri karar vermelidir".

Ülkemizin yeni düzene yani Bilişim Çağına geçişinde öncelik kaliteli ve nitelikli eğitimin sunumundan geçecektir (Şan, 2002). Toplumsal hayatın devamı topluma yeni katılan bireylerin eğitilmesi ile olur. Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi ile ilgili toplumsal alt yapının hazırlamasında üniversiteler önemli görevler üstlenirler. Yeni düzeni gerçekleştirecek, yaşayacak olan insanın, insan gücünün (işgücü ve beyin gücü) ulusal kalkınma hedefleri doğrultusunda yetiştirilmesi ve yönlendirilmesi Türk Milli Eğitiminin amacıdır.

Gerçekleştirilen eğitimle genç kuşaklara aktarılması amaçlanan her türlü bilgi ve toplumsal değerler, öğretim programları doğrultusunda öğretmenlerce aktarılır. Öğretmenlik işlevi nedeniyle eğitimde önemli bir yere sahiptir. Çünkü, öğretmen, okul-öğrenci-öğretmen üçlüsünün en önemli bileşenlerinden birisidir. Eğitimde en son teknolojik araçlar, bilgisayarlar olsa da öğretmenin eğitim sistemindeki yeri değişmeyecektir. Öğretmenlik, devletin eğitim, öğretim ve bununla ilgili yönetim görevlerini üzerine alan bir ihtisas mesleğidir (MEB, 2005). Bunun temelinde iyi yetişme, öğretmenliğe özgü kişilik özelliklerine bilgi, beceri ve tutumlarına sahip olma niteliği yatmaktadır. Süratle değişen bilim ve teknoloji öğretmenin daha iyi yetişmesini zorunlu kılmaktadır. Eğitimde kalitenin arttırılabilmesi için öğretmenlerimizin yetişmesine ve öğretmen yetiştiren kurumların çağdaş yönetim biçimini benimseyen ve etkin eğitim veren kurumlar haline getirilmesine büyük bir önem verildiği bilinmektedir (MEB, 1994).

Öğretimin kalitesi yükseltilmedikçe Amerikan öğrencilerinin başarısı arttırılamaz. Öğretmen eğitiminde kayda değer yenilik olamadan öğretimde de iyileşme olamaz (Holmes Group, 1986). Eğer bu ifade Amerika için geçerli ise ülkemiz içinde geçerlidir. Teknolojinin hızla ilerlediği, insanoğlunun hayatını kolaylaştırmak için çok çeşitli aletler yaptığı günümüzde, öğretimi kolaylaştırmak üzere yapılan öğrenme araçları, bilgisayarlar bile öğretmenin rolünü azaltmamıştır. Bilgisayar destekli veya desteksiz matematik öğrenimi ve öğretiminde de öğretmen en önemli faktörlerden biridir. Dahası, eğitimin değişmesinde öğretmenin rolü umulandan daha da artmıştır. Eğitim sisteminde öğretmen yeniliklerle yüz yüze geldikçe öğretmenin rolü daha da ayrı önem kazanacaktır. Eğer öğretmen bu yenilikleri sınıfına sunmada ikna edilemezse, çabaların başarıya ulaşması şüphelidir (Baki, 1994).

TIMSS-R: (1999) Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırmasında öğretmenlerden de bir takım bilgiler derlendiği ve bunların ülkeler bazında karşılaştırıldığı görülür. Bu araştırmadan Türkiye genelinde ilköğretim 8. sınıf matematik derslerini okutan 204 öğretmenden okulda ve matematik derslerinde bilgisayar kullanımıyla ilgili görüşleri aşağıda sunulmaktadır (Ersoy ve Baki, 2004).

İlköğretim matematik öğretmenlerinde bilgisayar kullanma hakkında görüşler	a	b	c	d
Öğrencilerinizin sınıfta bilgisayar kullanması	96	3	-	1
Öğrencilerinizin diğer bir mekanda bilgisayar kullanması	83	14	2	1
Öğrencilerinize hangi sıklıkta bilgisayar kullanmasını istersiniz?	88	6	4	2

(a) asla/neredeyse asla(b) bazı derslerde (c) çok derste (d) her derste

Bayrakçı'nın da aktardığı gibi bilgi ve iletişim teknolojilerinin AB eğitim politikalarıyla uyum içinde çalışmasında öğretmenlere ve yaşam boyu öğrenme faaliyetlerine yönelik uygulamalar yer almaktadır. Ayrıca bu hareket planı çerçevesinde öğretmen eğitimini teşvik de vardır (Bayrakçı, 2005). Aynı çalışmada Tüm üye ülkelerin yeni bilgi teknolojilerinin eğitim programlarına entegrasyonunu sağlamak amacı ile bir dizi toplantı, seminer ve sempozyum düzenlemeleri istenmiştir. Bu faaliyetlerin özellikle şu alanlarda yapılması beklenmektedir:

(1) Öğrencilerin yeni bilgi teknolojilerine alışmalarını sağlayacak uygun metotlar,

(2) Okullarda öğretilen değişik derslerde yeni bilgi teknolojilerinin uygulanma olasılığı,

(3) Özel eğitime muhtaç çocukların eğitiminde yeni bilgi teknolojilerinin kullanılabilme potansiyeli,

(4) Yeni bilgi teknolojileri ile ilgili aktivitelerde kız öğrencilerin daha fazla katılımını sağlayacak stratejiler vb. (Bayrakçı, 2005)

Yenileşmenin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi öğretmenlerin istenilen bu yeniliğe karşı göstereceği tepkiye bağlıdır. Okul matematiğindeki değişmeler, öğretmenin okul matematiğine ve öğretimine bakışını, inanç ve tavır değişimini gerçekleştirmekle başarılabilecektir.

Mevcut öğretmen yetiştirme programlarına baktığımızda meslek bilgisinde matematik alan bilgisi ve bu bilginin kullanımı ihmal edilmektedir. Alan bilgisi dersinde de algoritmalara, aritmetiksel işlemlere matematiksel kavramlardan daha fazla yer verilmektedir. Okul matematiğindeki matematik kavramların tamamen edinilebilmesi için zamanın daha çok araştırma ve incelemeyle değerlendirilmesi gerekir (NCTM 2000, VanWalle 2003). Eğitim fakülteleri bu tip araştırmaların yapılacağı yerlerdir.

Öğretmenin arzu edilen öğretme materyalleri, teknolojileri, yaklaşımları ve stratejileri kullanabilmesi için kendisinin öğrenci olarak, bu materyallerin, teknolojilerin, yaklaşımların ve stratejilerin oluşturduğu ortamda öğrenme tecrübeleri yaşamalıdır. (Simon and Schifter, 1987; Hoyles and Noss, 1992). Örneğin, Simon ve Schifter bunu şöyle vurgulamaktadır:

> "Öğretmenler, öğrencileri arasında yapılandırmacı yaklaşımla tutarlı öğretim hizmeti sunmadan önce, matematik öğrenirken ki rolünün tecrübesine ihtiyaç duyar".

Milli Eğitim Bakanlığı başlattığı yeni reformla öğretmenlerden öğrencilerini kavramsal öğrenen ve problem çözen bireyler olarak yetiştirmesini beklemektedir(MEB, 2007). İlköğretim öğretmenlerinin bu beklentileri gerçekleştirebilmeleri için alan bilgisindeki alanın öğrenme – öğretme bilgileri durumlarının sorgulanması gerekmektedir.

Dersimiz, öğretmen adaylarının daha öğrencilik yıllarında iken kavramsal öğrenen ve problem çözen olabilmelerinde, matematik öğrenimi ve öğretimini yapılandırmacı bakışla ilgili görüş ufkunu geliştirmeye yönelik grupla birlikte tartışmalarla ortaya fikirler çıkartan çalışma, keşfetme ve incelemeye dayalıdır.

Strateji, yaklaşım, yöntem, teknik sırasıyla biri diğerini kapsayan kavramlardır. Öğretmen merkezli öğretim stratejisi sunuş, öğrenci merkezli öğretim ise buluş yaklaşımını beraberinde getirir. Daha önceki yıllarda adaylar ağırlıkla öğretmen merkezli strateji ve buna bağlı olarak da sunuş yaklaşımı ve başta takrir tekniğini ve buna yakın teknikleri görmüşlerdi. Adaylar matematiksel bilginin kaynağında bir otorite ve matematik problemlerin çözümünde kuralların ve prosedürün öğretmen tarafından açıkça verilmesine alışmışlardı. Şimdi bilgiyi kendilerinin yapılandırabilmelerinde kullanabilecekleri strateji, yaklaşım, yöntem ve teknikleri görmelerine ihtiyaç vardı. Böylece, öğretmen adayı mesleki yeterliliği, doyumu ve özgüveni sağlamakla bunları gerçekleştirebileceğinin farkında olacaktı. Öğretmen adaylarına bu konuda uyarıcı malzemeler ve sorular sağlanmaya gayret edildi. Elbette farklı hazır olma düzeylerine göre aynı yaşantıdan farklı şeyler öğreneceklerdi. Onlara böyle, örnek bir atmosfer yaşatıldı. Bunları gördüler. Bütün bunlardan sonra, Yapılandırmacı + BCS matematik dersindeki başarı ve matematiğe yönelik tutumları, kurs hakkındaki görüşleri araştırıldı.

1. 2 Gelenekten Ayrılmanın Anlamı

Ülkemizde geleneksel matematik öğretiminin ana karakteristiği öğretmen merkezli olmasıdır. Yani, öğretmen açıklar, öğretmen sorar, öğretmen çözer, araştırır. Öğrenci basit alıcı rolündedir. Matematik değişmeyen mutlak gerçeklerin bütünü gibi verilir. Öğretmen seçtiği kitapları takip eder, zamanının büyük çoğunluğunu tahtayı kullanarak; algoritmaları, kuralları ve tanımları, aksiyomları vurgulamaya çalışır. Formülleri ezberlettirmeye, birbirine benzer problemlerin çözümü ile benzer problem gelirse nasıl daha kolay çözeceklerini öğretmeye çalışır. Sonunda öğrenciler "matematik nasıl yapılır" hakkında belli kanaatler geliştirirler. Böylece öğrencilerde matematik öğretmenlerinin geliştirdiği sabit bakışları ve fikirleri kazanırlar. Algoritmalar nasıl takip edilir, doğru cevap nasıl bulunur? Öğretmen ve öğrenciler bu geleneksel yolla matematiğin iyi tanımlanmış bir kurallar bütünü olduğunu ve doğru cevap bulma işi olduğunu birlikte paylaşırlar. Bu yoldan öğrenen öğrenciler algoritmaları, kuralları ve formülleri problem çözümünde tatbik ederlerse ve doğru cevabı bulurlarsa başarılı olurlar (Baki, 1994; Tuluk, 1997).

DiSessa, matematikle ilgili iki zıt inancı tanımlayarak bu iki zıt bakışın matematik öğrenme ve öğretmede nasıl rol oynadığını açıklar (DiSessa, 1985). Öğretmenler, öğrencilerin öğrenirlerken nasıl davrandıklarına olduğu kadar öğrenme yöntemlerine de yön verirler. Her öğrenci bilimsel pratiğin özgün işlemsel sürecine öğretmenin tutum ve kavramları ile şekil verir. Bu şekil öğrencinin hatırlamaya alışan mı yoksa kavramları edinmeye çalışan mı olmasını açıklar. Schoenfeld, öğretmenin takip ettiği öğretimin çeşidi öğrencinin bilimsel anlama sürecinde, öğretmenin kendi kavramlarını kazandırmasını besler ve zorunlu hale getirir der ve aynı noktaya değinir:

> “Öğrenciler matematik sınıflarında yalnız kavramları, gerçek durumları ve prosedürleri öğrenmekle kalmaz aynı zamanda matematiğin doğasının ne olduğu hakkında kendi özgün inançlarını ve düşüncelerini geliştirirler.”

Schoenfeld için matematiğin doğasının anlamı matematik sınıfındaki günden güne uygulamalar ve adet haline gelmiş inançlar ve değerlerin daimi hale getirilmesi kültürüne dayalı olarak şekillenir (Schoenfeld, 1988).

Matematik öğrenme ve öğretme hakkında daha gerçekçi ve sağlıklı inançlar geliştirmek için sınıfta olanları değiştirmeye ihtiyacımız vardır. Bu da yalnızca öğretmenlerin alternatif eğitim çevresinde ne gördükleri ve onların bu yeni çevreye ne getirdikleri arasındaki ilişki doğrultusunda oluşur. Bu yeni çevrede uygun ve anlamlı olan olaylarla karşılaşırlar ve geçmiş deneyimlerini yansıtırlar ve matematik öğrenme ve öğretme hakkında eski kavramlarını değiştirme ihtiyacını duyarlarsa değişim meydana gelebilir (Baki, 1994).

Modelimiz matematik öğretmenliği programında bu döngünün bırakılmasına bir yardım olarak düzenlendi. Amaç, öğretmen adaylarına matematikle ilgili geçmiş yaşantılarını yeniden yorumlatmak ve matematik öğrenme ve öğretmede yeni anlayışlar ve bakışlar inşa etme fırsatı yaratmaktı. Bu yolla hem matematik öğrencisi ve hem de öğretmen olarak kendi geçmiş deneyimleri üzerine eleştirel bir değerlendirme ve bakış açısı geliştirebilirler.

Eğitim sistemimizde yapılan araştırmalar göstermiştir ki matematik öğretiminde öğretmenler çeşitli alıştırmalar çöze çöze öğrencilerinin matematik güçlerini arttırırlar ama bunu genelleme değil pratiğe geçirmede, teoriye bile genellemede zorlanırlar. Şüphesiz bu onların matematik yaparken ki yaklaşımlarına uygundur. Çünkü onlarda zamanında sınavda yüksek puan almak için çoktan seçmeli sorular arasından en doğru cevabı bulma gayreti içinde idiler. (Özellikle de üniversite giriş sınavı için.). Zaten geleneksel bakışımızda öğrenci matematik yapmaya süreçteki hatırladıkları ve ilişkilerini çözemediği bir çok kuralla gelir.

Öğrenciler matematiksel düşünmede formülleri hatırlamaya ve matematiksel sembolleri kullanmaya daha ilköğretim yıllarında alıştırılmalarından dolayı program yetersiz hale gelir. Yapıcı, yaratıcı, verimli olmayı ve daha bir çok istendik özelliği sürükleyen matematiksel düşünme gücüdür. Bu güç ancak uygun öğrenme ortamlarında kazanılabilir. Bu açıdan da bilgi sürekli olarak bireyler tarafından süreç içinde oluşturulur. Bu bağlamda, bilgi gerçek, kesin ve mutlak değil ancak uygulanabilir ve geçerli olabilir (von Glasersfeld, 1998).

Henry Pollak (1986) bir matematikçi ve eğitimci olaarak teknolojinin matematik üzerindeki etkisi ile ilgili olarak teknolojiden dolayı, "bazı matematik bölümleri önemini yitirirken, bazı bölümlerin öneminin artacağını ve yeni matematik bölümlerinin ortaya çıkabileceğini" söylemiştir. Son on beş yılda matematik eğitimcileri teknolojiden dolayı matematik müfredatında birçok değişim yapmak zorunda kalmışlardır. Dunham ve Dick (1994) bunu şöyle vurgularlar:

> "Orta öğretim ve üniversite müfredatlarını hazırlayan uzmanlar değişim için teknolojiden yararlanmışlardır. Hesap makinelerinin ve bilgisayarların sağladığı olanaklar, bizleri matematikte neleri nasıl öğretmemiz gerektiğini tekrar gözden geçirmemizi sağlamış ve güdülemiştir" .

1. 2. 1 Öğretmen Eğitiminde Eşlik et, Katıl, Lider ol, Yaratıcı ol (EKLY)

Dedeoğlu (2005) ilköğretim öğrencileri ile çalışmasında değişken kavramının öğretimini Merrill tarafından geliştirilen "Öğe Gösterim Teorisi" (ÖGT - Component Display Theory) ve Keller tarafından geliştirilen ARCS Motivasyon Modeli'ni birleştirerek kullanmıştır. Bu modeller, sırasıyla öğretimin duyuşsal ve bilişsel yönlerini içermektedir. Bu modellerden ARCS Motivasyon Modeli, öğretimin motivasyon yönünü ön plana çıkartan ve öğretimin her aşamasında motivasyon faktörünün önemini vurgulayan bir modeldir. ÖGT ise öğretimin bilişsel yönünü ön plana çıkartan ve bir kavramın öğretimine yönelik yaklaşımlar ortaya koyan bir teoridir.

Bir matematik öğretmeni, bir orkestra şefi gibi çalışır. Bir bestenin bir partisyonu kemanların çalmasını gerektirirse, şef kemanlara işaret verir. Partisyon çelloların daha yumuşak çalması, davulun durması, ya da tüm orkestranın tempoyu yükseltmesi gerektiğini söylerse, şef müzisyenlere uygun işaretleri verir. Şefin deneyim ve ustalığı öğretim yaklaşımına, çalınan partisyon ise uygulanan derse ve programa karşılık gelir.

Bir partisyonun yerine bir başkası çalınırsa, Vivaldi'nin Dört Mevsimi bir yana bırakılıp Adnan Saygun'un Atatürk Oratoryosu çalınırsa, aynı müzisyenler aynı enstrümanları kullanırlar ve aynı şef aynı deneyim ve aynı ustalığını kullanır. Farklı bir ses, farklı bir hava belki ama elemanlar aynıdır.

Nasıl bir orkestrayı şef yönetirse, bir matematik sınıfını da matematik öğretmeni yönetir. Uygulanan program, sistemi denetim altında tutan matematik öğretmeninin öğretim yaklaşımına güvenir.

Yapılandırmacı öğrenmeyi temel alan bir eğitim programının başarılı olabilmesi için, programı uygulayacak öğretmenlerin bilişsel ve duyuşsal birtakım niteliklere sahip olması gerekir.

Yapılandırmacı öğretmen açık fikirli, çağdaş, kendini yenileyebilen, bireysel farklılıkları dikkate alan ve alanda çok iyi olmanın yanında, bilgiyi aktaran değil uygun öğrenme yaşantılarını sağlayan ve öğrenenlerle birlikte öğrenen olmalıdır (Selley, 1999).

Bu durum için zengin bir öğrenme ortamı ve gerçek hayat problemleri ile yapılandırılmış teknolojinin kullanıldığı bir ortamın öğrenicilerine uygun öğrenme yaşantısı için bir çatı sunulmaktadır.

Bu çalışmada, matematikte problem çözme süreci için öğretmen eğitiminde yararlanılabilecek bir yaklaşım sunulmaktadır. Bu yaklaşımda matematiksel bilgi, sosyal içerikteki bir problemi kişinin geçmiş deneyimlerini kullanarak yapılandırması ve sonra yeniden tekrar düzenlemesi, kişi ve nesnelerle etkileşimini kullanarak soyutlaması yani işlem ve sembolleri kullanarak problem çözmesidir.

Tablo 1. 1 Ekly Modeli Stratejileri

EŞLİK ET (Accompany)	**KATIL** (Participate)	**LİDER OL** (Be leader)	**YARATICI OL** (Creativity)
Kendini motive et (Amacı belirle (her şey çok güzel olacak) Matematik her yerde (bilim tarihindeki biyografileri araştır, anektodlar bul). Hem zihinsel hem de fiziksel bir süreç düşünmeye başla (Matematik dinlemek ve taklit etmek değil. Matematik bakmak ve görmek, düşünmek ve yapmaktır). Algıyı aç	Etkileşim kur Problemi gör Önceki deneyimlerini hatırla Konuyu yeniden gözden geçir Somutlaştırmaya çalış Kavrama yoğunlaş İlişki bul, somutlaştırırken resim, şekil, şema kullan Beden ve zihin koordinasyonları gerçekleştir Soru sor, sorgula	İşbirliği yap Geçmiş deneyimlerini paylaş yöntemleri tartış, tartıştır Güven yarat Problem durumuyla ilke ve kavramları gözden geçirttir Görselleştirt Benzerlik ve zıtlıklar arattır (metaphor) Hem bireysel davran, hem de grup kur Başkalarının fikirlerine değer ver Sorumluluk al ve ver Bilgilerini, nasıl kullandığını göster	Yeni problem durumları oluştur Geleceğe yönelik tartışmalar yap Motive et Gelecekte karşılaşılabilecek problem durumları kur

1. 3 Matematik ve Matematik Öğretimi

Matematik, kökleri geçmişin derinliklerine uzanan bir gelişmedir. Matematikçilerin gözünde matematik, bizi doğruya, kesin bilgiye götüren biricik düşünme yöntemidir. Matematiğin konusu, sayı, nokta, küme, geometrik şekiller, uzay gibi soyut nesneler ve bu tür nesneler arasındaki ilişkiler yapılandırmaktır. Matematikçi bu nesnelerin özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri ortaya çıkarma, genelleme ve ulaştığı sonuçları ispatlama çabası içindedir (Yıldırım, 1999).

Bir ilişkiyi bulma ya da sezinleme; daha çok yaratıcı imge, sezgi ve deneyim gerektiren psikolojik bir olaydır; ispatlama ise, kural ve ölçütleri belli "mantıksal yargılama" diyebileceğimiz akıl yürütmedir. Buna göre matematiği sayı, nokta, küme, fonksiyon, geometrik şekiller ve uzay gibi soyut nesnelere özgü özellikler ortaya çıkarma, belirleme ve mantıksal olarak kanıtlama (ispatlama) bilimi diye tanımlayabiliriz (Yıldırım,1999, a).

Matematiğin uğraş konusu nesneler olgusal değil, kavramsaldır. (Yıldırım, 1999,b).

Matematiğin yapısında elemanlar ve önermeler vardır. Elemanlar, matematiğin yapı taşlarıdır (nokta, doğru, düzlem vb.). Önermeler, doğru veya yanlış bir fikir ifade eden cümlelerdir.

Örneğin; denklem bir açık önermedir. $a \neq 0$ ve $a, b \in \mathbb{R}$ olmak üzere $ax + b = 0$ biçimindeki açık önermelere bir bilinmeyenli birinci dereceden denklemler denir. Bu açık önermeyi doğrulayan (varsa) x gerçel sayılarının kümesine denklemin çözüm kümesi denir. Denklemin çözüm kümesi boş küme değilse, bu kümenin her bir elemanına denklemin bir kökü, çözüm kümesini bulmak için yapılan işleme de denklemi çözmek denir.

Matematikteki kavram ve bağıntılar, eleman ve önermeler ile bunlar arasındaki ilişkilerden oluşur.

Bazı önermelerin ispatına gerek duyulur; önermede belirtilen fikrin doğruluğu ancak ispat yapıldıktan sonra kabul edilir. Birinci türdeki önermelere aksiyom, ikinci türdekilere de teorem adı verilir. Teoremlerin ispatında, tanımsız elemanlar, tanımlar, aksiyomlar ve daha önce ispatlanmış teoremlerden yararlanılır (Yıldırım, **a.e**)..

Günümüzde Alan Bell ve matematiği; kavramların kurulması ve kavramsal yapılar; genel matematiksel stratejilerin öğrenilmesi ve matematiğin değerine yönelik tutumların geliştirilmesi olarak ele almışlardır (Mirasyedioğlu ve diğerleri, 2003).

1. 3. 1 Temel Matematiksel Bilgi

Semboller, bir matematik ifadesindeki işaretlerdir. Örneğin, 7 x 5 + 3 = 38 ifadesindeki 3, 5, 7, 8 ve x birer semboldür. Örneğin, 3 sembolü "üç" kavramının ne olduğunu veya "üç"ün ne anlama geldiğini açıklamaz. 5 x 6 = 6 x 5 işlemdir ve aksiyomdur. Mekanik bir biçimde gerçekleştirilebilirler. Benzer şekilde, $2x - 5 = 20$ ifadesindeki 2, 5, 20, -, = birer semboldür. $4x - 3y = 15$ ifadesindeki 1, 3, 4, 5, x, y, - ve = de birer semboldürler. Semboller kavramların anlamlarını ifade etmezler; sadece o kavramları yazmada kullanılırlar, fakat bu işlemler kavramsal yapının bir kısmını oluşturan temel matematiksel bilgidir (Mirasyedioğlu, **a.e**).

1. 3. 2 Matematiksel Beceriler

Beceriler, iyi tanımlanmış bir çok basamakla kazanılırlar. Temel işlemler birer beceridirler. Matematiksel beceriler kazanılırken işlem dokusu ile gerçekleştirilirler. Bu süreç öğrenici tarafından deneyimle kendi kendine, kendi bilgi ve becerilerini geliştirerek yapılandırılır. Bu tür öğrenme yapılandırmacı öğrenme kapsamındadır (Mirasyedioğlu, **a.g.e**).

1. 3. 3 Kavramlar ve Kavram Yapıları

Kavram bir ismin arkasındaki fikirdir, dar anlamda bir kümenin nesneler sınıfıdır. Örneğin, fonksiyon kavramı, değişimi incelemekle yani ne anlama geldiği ve nasıl tanımlandığını ve değişkeni öğrenmekle öğrenilecektir.

Kavramsal yapı, kendi ve kendi bağıntıları arasında ilişkileri olan bir kümedir. Öğrenici kavramlara yeni kavramları ekledikçe ve öğrendikleri ile ilişkilendirdikçe genişlediğinden kavram yapıları karmaşık ve sürekli gelişime açıktır.

Fonksiyon bir üst kavramsal yapıdır. Gerçel sayılar, sıralı ikili, koordinat (apsis - ordinat), … ile ilişkisi vardır. Bu şekilde öğreniciler kendi kurdukları bilgileri daha çok kavramsal yapılara uygularlar ve zihinde bir tek şekilde yer alır.

Öğrenci ve öğretmen kavramları oluştururken ortak bir deneyim gerçekleştirmelidirler. Bu deneyim amaçlıdır ve model ve numuneler yoluyla olmalıdır.

1. 3. 4 Genel Stratejiler

Problem çözme matematikteki en önemli aktivitelerden birisidir. Genel stratejiler, problem çözmenin her bir basamağında bilgi ya da becerileri yönlendiren yöntem ya da yöntemlerdir (Mirasyedioğlu**, a.g.e**).

Yapılan bir çok araştırmada problem çözme sürecine ilişkin bir çok kavram ortaya konulmuştur. Bu kavramlar değişik öğrenme yaklaşımlarından geleneksel Gestalt'cı yaklaşımlara ve son olarak ta bilgisayar simülasyonu ve matematiksel modellere ilişkin yaklaşımlara dek çeşitli özellikler içermektedir.

Gagne ve Skinner (1964; 1974) gibi araştırmacılar problem çözme sürecinde en önemli değişken olarak bireyin geçmişini inceleme eğilimindedirler.

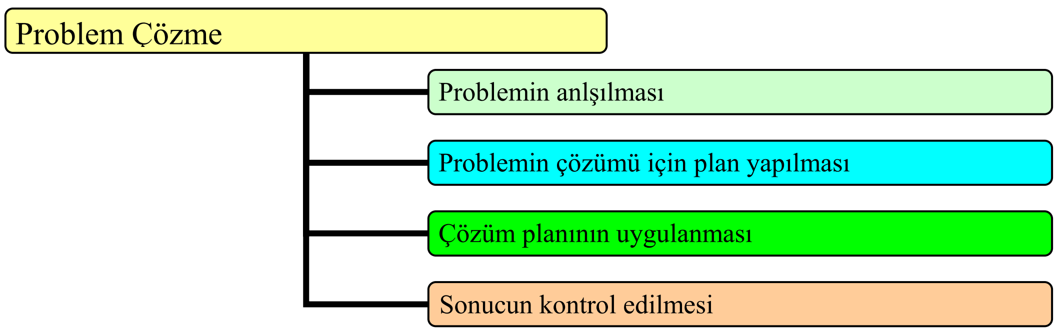
Anderson (1980) öncelikle bilişsel işlemler üzerinde odaklaşarak, problem çözme sürecini bilişsel işlemleri sırayla bir hedefe yöneltmek olarak tanımlamıştır.

Problemi çözme yöntemi, problemi anlama ve tanımlama, varsayımsal bir çözüm biçimi tasarlama, bu çözüm biçimini doyurucu kanıtlar buluncaya değin deneme gibi etkinlikleri kapsayan düşünme ve uygulama yolu olarak tanımlanabilir (Oğuzkan, 1993).

Klaas'a göre John Dewey problemi, insan zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey olarak tanımlamaktadır. Problem, bu şekilde, zihni karıştıran ve inancı belirsizleştiren şeyler olarak alındığında problemin çözümü, belirsizliklerin ortadan kaldırılması demek olur. Bir problemle karşı karşıya kalındığında, problemi çözmek (belirsizlikleri ortadan kaldırmak) için durumun analiz edilmesi, gerekli bilgilerin toplanması, bunlardan çözüme götürücü olanların seçilmesi ve seçilen bilgilerin uygun şekilde düzenlenerek kullanılması gerekir (Kagan ve Cyntia, 1978).

Matematik problemleri de dahil olmak üzere her probleme uygulanabilecek belli bir çözüm yolu yoktur. Her problem ayrı çözüm yolları gerektirir. Ancak Polya (1957) tarafından yapılan çalışmalar, matematik problemlerinin çözümünde bazı adımların olduğunu ortaya koymuştur. Bu adımlar şunlardır:

Şekil 1. 1 Polya Problem Çözme Basmakları



<u>Problem Çözmede Öğrenme-Öğretme Süreci</u>: Bireylerin problem çözmedeki becerileri geliştirilebilir. Hemen bütün problem çözme çalışmalarında, bilinenlerle bilinmeyen arasındaki ilişkiyi belirleyen ve bunun yazılmasını sağlayan çalışmalara yer verilmelidir. Bu çalışmalardan bazıları şunlar olabilir:

a. Gerçek hayat problemlerinden yola çıkma

b. Problemi şekil, şema veya grafikle açıklama

c. Matematiksel yapılardan yararlanma

d. Tablo yapma

e. Akıl yürütme

f. Model çözümler geliştirme ve bunları analiz etme

g. Bilinenleri eleştirici biçimde inceleme

h. Matematik cümleleri kullanma

i. İşlemlerin yapılması

j. Problemi kurma çalışmaları yaptırılması

Matematik öğretiminin başlıca amacı; öğrencilerin problem çözme tecrübelerini artırmak, yeteneklerini ortaya çıkarmalarına ve onu kullanmalarına imkân sağlamak; başarısızlıklarla karşılaştırmak yerine başarı zevkini tattırmak, kendine güvensizlik yaratmak yerine güveni geliştirmek ve artırmak, matematiğe karşı olumlu duygular geliştirmek, onu sevdirmek öğrencilerde problem çözme becerisini artırma yönünde olmalıdır.

1. 3. 5 Matematiksel tutum

Duygular ve duygusal süreçler öğrenmenin bileşenlerindendir ve aralarında karşılıklı bir ilişki vardır. Duygular ve beklentiler ne öğrenildiğini etkiler. Yapılan beyin araştırmaları da öğrenmede duyguların önemine işaret eder (R.N. Caine & G. Caine, 1991; Lackney, 2000). Bir konu öğrenilirken oluşan duygular öğrenme sürecinde değişebilir. Duygular tutum sayesinde açığa çıkar. Öğrenciler bir konuyla ilgili öğrendikleri bilgileri unutsalar bile o konuya karşı olan tutum ve eğilimlerini unutmazlar (Stodolsky, Salk & Glaessnes, 1991).

Öğrencilerin matematik dersi ile ilgili duygularından ortaya çıkan matematiğe karşı tutumları matematik eğitiminde çok önemlidir. Çünkü bir çok araştırma öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının matematikteki başarılarını etkilediğine işaret etmektedir (Minato & Yanese, 1984; Ethington & Wolfle, 1986; Cheung, 1988; Erktin, 1993). Böylece, matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmek daha da önem kazanmaktadır. Aslında matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmek matematik eğitiminin en önemli amaçlarından biridir (Reyes, 1984). Milli Eğitim Bakanlığı'nın İlköğretim Matematik Dersi Programı'nda da bu amaç yer almaktadır.

1. 3. 6 Değerlendirme

Matematiğin ne olduğunun farkında olma ve toplumda matematiğin rolü ve değerlerin algılanması önemlidir. Bu algı;

1- Günlük yaşamda matematiğin kullanımını sağlama,

2- İletişim ve ispat için matematiğin sosyal alanlarda kullanımı,

3- Semboller, kavramlar ve problemlerin matematiğin tarihsel süreci içinde nasıl geliştiğinin bilinmesi,

4- Matematiğin sanatta ve diğer kültürlerde ve okul matematiği konularında etkileşimi algılanabilmelidir.

Mirasyedioğlu, Cockfort'un bu konudaki çalışmasını şöyle özetler;

1. Konu hakkındaki açıklayıcı bilgiler öğretmen tarafından verilmelidir.
2. Öğretmen–öğrenci ve öğrencilerin kendi aralarında tartışmaları için ortamın sağlanması.
3. Uygulamaya dönük çalışma ortamının sağlanması.
4. Temel işlemler ve beceriler pratik yapılarak kazanılmalı ve sınıf içinde bütünlük arz ederek pekiştirilmelidir.
5. Problem çözme günlük yaşamın her bir alanına uygulanabilecek biçimde yapılmalıdır.
6. Matematikte araştırmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Aktaran: Mirasyedioğlu ve diğerleri, **a.g.e**)

1. 4 Yapılandırmacılık

Yapılandırmacılık öğrenme kuramıdır. Yapılandırmacılık kuramına göre dışarıda ve bilenden bağımsız bir bilgi yoktur. Bilgi, bireylerin nesnelerle olan ilişkisinden, bireyler tarafından etkin bir biçimde oluşturulmaktadır. Öğrenme toplum ve bilişsel süreçlerden bağımsız değildir.

Bu çalışma kapsamında kuramsal yönelim olarak *yapılandırmacılık* diye adlandırılan kuram ele alınmış ve bu kuram Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS) ile birleştirilip genelde matematik özelde Matematik öğretmen adaylarının alan bilgisinde yetiştirilmesine yönelik bir model geliştirilmesinde izlenecek yönün başlangıcının verilmesine çalışılmıştır.

Çalışmada BCS ile birlikte matematik öğretimine, matematiğin ve matematiksel kavramların gerçek hayat problemleriyle öğrenme ve öğretimine yapabileceği katkılar bağlamında incelenmiştir.

Sanayi Devrimi Davranışçı ve Bilişsel öğretim kuramları yoluyla yetişen bireylerle gerçekleştirildi ve sürdürüldü. 21. yüzyılı gerçekleştirecek bilişim toplumunun bireyleri, varolan bilgiyi alan, ezberleyen ve istendiğinde tekrar edebilen bireyler olarak değil, bilgiyi arayan, yorumlayan, yeni yaşantılar karşısında eski bilgileri doğrultusunda yeni çözümler üretebilen ve kısacası öğrenmeyi bilgiyi arama yollarını kullananlar olmalıdır.

Bu anlamda, etkili akıl yürütme, eleştirel düşünme ve problem çözmeyi öğrenme her toplumun özen göstermesi ve yatırım yapması gereken bir eğitim ve araştırma alanıdır.

İçinde bulunduğumuz bu yıllara 75'li yıllardan 90'lı yıllara bizi bilişsel yaklaşım ve onu daha da geliştiren, bireyi ve toplumu eylem içinde birleştirmeye çalışan, felsefe, psikoloji ve sibernetik alanlarında kökleri bulunan bir bilgi teorisi olan yapılandırmacılık yaklaşımı ile geldik. Yapılandırmacı anlayışta bilgi kavramına bakış; bilginin bilenden bağımsız bir şekilde doğada var olmadığıdır. Bilgi özneden bağımsız değildir (von Glasersfeld, 1996), özne bilgiyi kendi için öteki öznelerle etkileşimi sırasında yapılandırır, yapılandırdığı bilgiden kendi de çevresi de etkilenir (Moll, 1992; Piaget, 1973; Vygotsky, 1978;).

Bu açıdan bakınca *yapılandırmacı* kavramının Türkçe'deki karşılığı ve içerdiği kavramlar şöyle sıralanabilir. Yap-ı bir fiilden isimdir. Ayrıca **örtmek** ve **üzeri örtülmüş** anlamındadır. Buradan üretilen örneğin yapağı, yaprak vb. vardır. Örtüştürmek anlamında kullanılır. Yap - ı - la – n'da la ise isimden fiil ve n dönüştürme eki alıyor. İsteş yani karşılıklı. *yapılandırma-(k)* dönüşlü bir fiil olur. Eylemi gerçekleştiren etkilenir. Birden çok özne, etkileşimli eylem vardır ve eylemin yönü özneler arasında karşılıklıdır.

1. 4. 1 Yapılandırmacılık Kuramının Bilimsel Temelleri

Yapılandırmacılık bir çok araştırmacının gözlemleri, deneyleri, görüş ve araştırmaları yoluyla, bilişsel ve gelişim psikolojisinin gelişmesiyle bilimsel alanda yer edinmiştir. Yapılandırmacılık kuramının en önemli ilkesi insanların kendi anlayışlarını etkin bir şekilde oluşturdukları şeklindedir.

Şekil 1. 2 Yapılandırmacılık Kuramı İkeleri (Eggen & Kauchak, 2001)

Hawkins (1994) yapılandırmacılık kuramını Sokrates'e kadar dayandırır. *Meno* diyalogunda eğitimsiz bir köleye sorular sorarak Pisagor Teoremini ortaya koymasını sağladığını örnekler. Kant bilimsel bilginin insanlar tarafından gözlem deneyimleri sonucunda etkin bir şekilde oluşturulduğunu vurgular. Hawkins'e göre "bir Kant takipçisi ve eleştirmeni olan Hegel de bilginin zihinsel şemalarının çeşitliliğini kabul eder ve bunlar arasındaki çelişkilerin de daha fazla araştırma ve öğrenme için kaynaklık ettiğini saptar." Filozof Giambattista Vico'da "insanlar sadece kendi yapılandırdıklarını açıklıkla anlayabilirler" der (Hawkins, **a.g.e**.).

Yapılandırmacılık kuramının bir diğer önemli kuramcısı Piaget bilginin, öğrenen tarafından etkin bir biçimde oluşturulduğunu, edilgen bir şekilde çevreden alınmadığına işaret eder. J. Bruner (1966) da "öğrenmenin, yeni bilginin var olan eski bilgilere dayandırılarak yeni fikirler ve kavramların oluşturulduğu etkin bir süreç" olduğunu vurgular.

Yapılandırmacılık kuramının yardımıyla eğitim uygulamalarının incelenmesi bakış açımızı genişletir. Yapılandırmacılık kuramına katkıda bulunan birçok araştırmacı ve kuramcı vardır. Bunlar, John Dewey, Lev Vygotsky, Jean Piaget, Von Glasersfeld, Jerome Bruner olarak düşünülebilir.

1. 4. 2 Kavram Olarak Yapılandırmacılık

*Dewey'*e (1966) göre eğitim eyleme dayanır. Bilgi ve fikirler, yalnızca öğrenenlere mantıklı ve önemli gelen durumların denenmesiyle edinilir. Öğrenenler sınıf içinde çeşitli öğrenme araçlarıyla yönlendirilip, birlikte gerçek bir toplulukta olduğu gibi bilgilerini oluştururlar.

Piaget'nin yapılandırmacılığı, çocukların ruhsal gelişimi ile ilgili görüşlerine dayanır. Ona göre öğrenmenin temeli *keşfetmektir*.

> “Anlamak keşfetmektir, ya da keşfetme yoluyla tekrar yapılandırmaktır., Gelecekte yineleme değil de üretme ve yaratma becerisine sahip bireyler yetiştirilmek isteniyorsa, keşfetmeye gereken önem verilmelidir.” (Piaget, 1973)

Martin (2000), Ausubel ve Novak'ın “Öğrenmeyi etkileyen tek ve en önemli etken öğrenenlerin önceden bildikleridir.” dediklerini aktarır.

Bruner, çocuğun bir etkinliği gerçekleştirirken yetişkinlerin incelikli-yönlendirici yardım konuşmasını *scaffolding* olarak nitelendirmiştir. Yetişkinler bu şekilde çocuklara bir görevi yerine getirirken yardımcı olurlar, görevi parçalara bölerler, her aşamada amaçları hatırlatırlar, neyin önemli olduğunu söylerler ve görevi gerçekleştirmek için farklı yolları gösterirler, görevi yerine getirirken başarısızlıktan doğabilecek kızgınlığı ve sinirini yatıştırırlar. Bu şekilde çocukların becerilerini geliştirmelerini sağlarlar (Cameron, **a.g.e**). Bruner, bu şekilde, gerçek yaşam içerisinde çok yönlü ve farklı bakış açılarının var olduğunu ve bu olgunun çok erken yaşlardan edinildiğini belirtir.

Bruner, çocukların deneyimlerine; eylemleri, görsel araçları ve dili kullanarak üç şekilde anlam verdiklerini düşünür ve adlandırır. a) Eylem (*enactive*), b) Görsel (*ikonik), c)* Simgeleştirme (*sembolik*) adlarını vermiştir.

Bruner herhangi bir eğitim kuramının şu 4 özelliğe sahip olması gerektiğini belirtir:

1) Öğrenmeye karşı ilgi ve merak uyandırmak;
2) Öğrenenin bilgiyi en iyi şekilde özümseyebileceği bir bilgi yapısı;
3) Materyali sunmak için mümkün olan en iyi yolları bulmak;
4) Güdüleme için ödül ve cezalardan en iyi şekilde yararlanmak.

Bilgiyi yapılandırmak için seçilecek en iyi yöntemler bilgiyi basitleştirmeli, farklı bakış açılarını ortaya çıkarmalı ve bilginin yönlendirilmesini sağlamalıdır. Bu bağlamda, toplumsal ve kültürel durumları da göz ardı etmemelidir.

E. von Glasersfeld (1998) "Yapılandırmacılık, felsefe, psikoloji ve sibernetik alanlarında kökleri bulunan bir bilgi teorisidir" diyerek köklere vurgu yapar ve "Yapılandırmacılık, eğitim alanında dünyayı sarsacak yenilikler yapma iddiasında değildir, şimdiye kadar, bazı esinlenmiş öğretmenlerin kuramsal temelleri olmaksızın yaptığı şeylere, sağlam kavramsal temeller sağlama iddiasındadır" der.

Von Glasersfeld'in bu düşüncesi bize, kuram ve uygulama arasında karşılıklı bir etkileşimin gözlendiğini ve bu etkileşimin her zaman önceden kestirilemediğini bazen de açıklanamadığını hatırlatır. Dahası yapılandırmacılığın öğrenme teorisinden de öte olduğunu anlatır. Von Glasersfeld'e göre:

> "Yapılandırmacılık, dünyaya, bizim hareketlerimizi yönlendirebilecek, karmaşık ve soyut olguları açıklayabilecek çoklu çıkarımlarla bakar".

Von Glasersfeld için geçerlilik-uygulanabilirliliği (*viability*) önemlidir. Yapılandırmacıya göre kavramlar, modeller, kuramlar vb. yaratıldıkları bağlamlarda yeterli olduklarını kanıtlarlarsa uygulanabilirdirler.

Öğrenme, nesnelerin gerçek doğasını anlamak ya da düşünceleri hatırlamak değil, öğrenme sürecinde örgütlediğimiz açıklamalar, şemalar ve yapılardan duyuşsal olarak kişisel ve ya toplumsal anlamlar yapılandırmaktır. Bu durum matematik içinde geçerlidir. Matematik öğretimi de kişisel ve toplumsal anlamları yapılandırmamıza yardım etmelidir.

Genel olarak, yapılandırmacılık geleneksel bilgi işleme kuramlarından daha bütünleştirici (holistic) ve daha az mekaniktir. İnsanlar, yaşadıkları çevreden bilgiyi alarak ve önceden var olan şemalarıyla ve anlayışlarıyla özümseyerek dünyalarını anlamlandırırlar (Novak, 1998). Matematik öğretimi de dünyayı anlamlandırmamızı vurgulamalıdır. Öğrenenler, yanlış kavramlarla doğrudan yüzleşerek kavramsal değişiklikler oluştururlar. Matematiksel kavramların farklı yorumlarına ulaşmanın yollarını aramalıyız. Bilişsel süreçlerin insanların deneyim ve bilişsel yardımlaşmasına dayandığını belirten yapılandırmacılar burada önem arz eder (Piaget, 1973, Vygotsky, 1978, Wilson, 1996).

Yapılandırmacılık kuramı kendi içinde iki farklı eğilimi barındırmaktadır.

Bunlardan ilki; Piaget'nin görüşleri çerçevesinde bireyi, onun öğrenme ve gelişimini, bilgi yapılandırmasını merkeze alan *bilişsel yapılandırmacılık.*

Diğeri; Vygotsky'nin görüşleri doğrultusunda bireyden çok toplumu, toplumsallığın bireye, öğrenmeye ve gelişime etkisini ve bilgi yapılandırmadaki rolünü merkeze alan *toplumsal yapılandırmacılıktır*.

Piaget öğrenmeyi temelde bireysel bir etkinlik olarak görür, ona göre bireyin bilgiyi nasıl özümseyeceği, sahip olduğu diğer bilgilerle nasıl bütünleştireceği, yaşadığı çelişkili durumları nasıl çözeceği öğrenme açısından en önemli bileşenlerdir. Vygotsky'ye göre ise öğrenme bireyin yaşadığı toplumsal ve kültürel doku içinde gerçekleştirdiği bir bilinçli etkinliktir. Dahası, birey toplumsal ve kültürel çevresi ile olan ilişkisinden bilgiyi yapılandırmakta ve içselleştirmektedir. Cobb (1994) ise her iki eğilimi birleştirmeye çalışır, ona göre "iki eğilimden birini seçmek için ilk önce hangisinin öğrenenin gelişimine katkıda bulunacağının belirlenmesi gerekmektedir". Matematik öğretiminde bireysel ayrılıklar göz önünde bulundurulacaksa Piaget, eğitim bir süreçse Vygotsky, Cobb'un belirttiği gibi duruma göre ikisini birlikte yorumlama gündeme gelmelidir.

1. 5 Bilgisayar Cebiri Sistemleri

Matematiksel hesaplamanın araştırma alanı, "Sembolik ve Cebirsel Hesaplama" ya da "Bilgisayar Cebiri" olarak adlandırılan ve 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, Siret, ve Tournier, 1993).

Bilgisayar Cebiri Sistemleri, matematik ve teknolojinin gelişimine paralel olarak matematiksel işlemleri daha hızlı ve hatasız yapabilen araçlar keşfetme gayretinin bir ürünüdür.

Matematik, aritmetiğin daha fazlasıdır. Sayılar arasındaki ve daha kapsamlı matematiksel özellikler üzerindeki sembolik ilişkiler sayılara dayalıdır. BCS, sembolik matematiksel özellikleri ve ilişkileri tam olarak ele alır. Bunu yaparken de gösterimde hem sayı hem de grafik kullanır. Matematiğin sözel durumu da artısı olur. Yani, cebirsel, sayısal ve grafiksel. Bu matematik tartışmalar için güçlü bir platform teşkil eder. Matematik bilgisine bu etkili hesaplama ve etkileşim güç verir. Zihinsel beceriyi güçlendirir. Bu aracın kullanılabilmesi için tıpkı diğer araçların kullanılmasında olduğu gibi bir savaşım gerektirir. Görselleştirme ile yavan kalıyor diye kazanılamayan bir çok önemli fikir, gerçek hayat durumları BCS ile öğrenme sürecine dahil edilebilir. Matematiğin sosyal hayat üzerindeki rolü daha baskın bir biçimde vurgulanabilir.

Sembolik kelimesi matematiksel problem çözmede ulaşılmak istenen son noktanın çoğu zaman kapalı ve simgesel bir formül biçiminde olduğunu vurgulamaktadır. Diğer bir deyişle ulaşılmak istenen sonuç, analitik olarak ifade edilebilmelidir. *Cebirsel* kelimesiyle ise hesaplamaların kayan-nokta aritmetiği yerine kesin sonuç adımları üzerine kurulu olduğu kastedilmektedir.

> **a:=sqrt(2);** $a := \sqrt{2}$ > **a*2;** $2\sqrt{2}$ > **evalf(a);** 1.414213562 > **evalf(a*2);** 2.828427124	Örneğin $\sqrt{2}$ sembolü ondalık kısmı sonsuza kadar uzayıp giden 1,4142135623730... irrasyonel sayısını göstermektedir. Ancak bu sayısal değerini hiç kullanmadan bu sayıyı 2 ile çarpabilir, dolayısıyla yine bir irrasyonel sayı olan 2,82842712474619... sayısını gösteren yeni bir sembol, $2\sqrt{2}$ elde edilebilir.

Görüldüğü gibi burada sayısal değerini hiç kullanmadan doğrudan *sembolleri* kullanarak bir *hesaplama* gerçekleştirdik. İsteyince sayısal değerlerde hesaplanabilir.

Amaçları sembolik hesaplama işlemlerini gerçekleştirmek olan, ancak bunun yanı sıra sayısal hesaplamaları da yapabilen bilgisayar yazılımları genel olarak Bilgisayar Cebiri Sistemleri olarak adlandırılırlar.

1. 5. 1 Bilgisayar Cebiri Sistemindeki Yazılımlar

- BCS'ler genel olarak iki kategoriye ayrılmıştır: genel ve özel amaç sistemleri. Genel amaç sistemleri geniş kapsamlı veri yapıları ve matematiksel fonksiyonlar içerirler ve geniş bir alan çeşitliliği içinde problemleri çözebilirler.

Günümüze kadar ortaya çıkan genel amaç sistemlerine örnekler AXIOM, REDUCE, MACSYMA, MAPLE, MATHEMATICA ve DERIVE’dir.

Genel amaçlı bilgisayar cebiri sistemlerinin yanı sıra, matematik ya da fiziğin belirli bir alanında problem çözmek için geliştirilmiş bazı özel amaçlı yazılımlar da bulunmaktadır.

Özel amaç sistemleri ise sınırlı bir alanda (genellikle matematik veya fizik) problem çözmede etkili olacak şekilde tasarlanmışlardır. Bunların veri yapıları genelde bu alan ile sınırlı olduğundan işlevsellikleri de bu alanlarla sınırlıdır. Örneğin; Grup Teori, Geçişli (olmayan) Cebir ve Cebirsel Geometri, Sayılar Teorisi vb.

Özel amaç sistemlerine örnek olarak grup teori için CAYLEY ve diferansiyel denklemler için DELIA’dır.

1. 5. 2 Bir BCS Yazılımı Maple

1980’li yıllarda K.O. Geddes ve G.H. Gonnet yönetiminde University of Waterloo da geliştirilen, halen en geniş kullanım alanı olan Bilgisayar Cebiri Sistemlerinden biridir.

Sürekli yeni güncellenen program ile matematikçilerin, mühendislerin, öğrencilerin kullandığı bir program olma özelliğini sürdürmektedir. Sitesi aracılığıyla her meslekten uygulamacı ve bilim adamlarının birbirleriyle paylaşıma açık yapılandırılan bir program olma özelliği de vardır. Öğrencilerinde yararlanabileceği bir site olma özelliğini sürdürmektedir.

Şekil 1. 3 Maple Web sayfası

C programlama dili kullanılarak geliştirildiği için Maple, matematiğin birçok dalında herkesin kolaylıkla kullanabileceği biçimde gelişmeye devam etmektedir.

Maple application center ile de herkesin etkileşimde bulunabileceği bir ortama sahiptir. Kendi program kütüphanesinden yararlanarak matematiği farklı yönleri ile görme ve uygulama imkanı sunmaktadır. Günümüzde Maplet adı verilen görünümü java applet'ten daha iyi bir yapılanması vardır.

Yeni bir kullanıcı için öğretici kısım ve kitapçığı temel bilgileri verir.

http://www.Maplesoft/applications adresinde de öğretici bölümler bulunmaktadır:

Lise ve üniversite ders konularına örneklerin bulunduğu öğrenciler için hazırlanmış bir sitede mevcuttur. http://www.Maplesoft.com/academic/students/

1. **5. 3 Bilgisayar Cebiri Sistemleri ile Matematik Öğretimi**

Bilgisayarların eğitime niçin girdiğine ilişkin, birçok neden ortaya atılmıştır. Örneğin, sosyal geçerlik öğrencilerin yeni teknolojilerle donanmış olarak topluma hazırlanmaları gerektiğini ileri sürerken, mesleki geçerlik çocukların teknolojik bir toplumda, teknolojiyi profesyonelce kullanılabilecek şekilde hazırlanmaları gerektiğini ileri sürer. Pedagojik geçerlik ise bilgisayarların öğrenme ve öğretme ortamını zenginleştireceğini ileri sürer (Papert, 1979, 1980).

ABD-NCTM'in ilk/ortaöğretim okulları için hazırladığı bir dizi raporda ve yürüttüğü etkinliklerde, özetle:

- Her sınıfta gösteri amaçlı bir bilgisayar olmalı;
- Her öğrenci bilgisayar kullanmayı öğrenmelidir (NCTM 1989, 1991, 2000) demektedir.

Garner, S. (2004) yaptığı çalışmada 2 yıldır BCS desteği ile öğretimini sürdürmüş olan bir öğretmenin görüşlerine yer vermiştir. Öğretmen, Bilgisayar Cebiri Sistemleri ile matematiğin öğretilmesini tamamen desteklediğini özelikle BCS'yi problem çözme aracı olarak matematiğin kullanımında devamlılık sağladığı için önemsediğini belirtmiştir.

Heid, Edwards (2001) çalışmasında yer verdiği, BCS'nin sembolik anlamanın gelişimi ve öğrencilere imkan ve motivasyon sağlayan, fırsatlardan bazılarına aşağıdaki yer verilmiştir.

- Problem çözmek için genelleştirilmiş kurallar geliştirmek
- Sembolik modelleri incelemek.
- Somut örnekler ve soyut genellemeler arasındaki boşluğu gidermek.
- Kendi sembolik prosedürlerini geliştirmek.
- Rutin işler için BCS kullanımı ile öğrencilerin daha fazla kavramsal düşünceye odaklanmalarını sağlamak. Büyük resmi ve genel fikirleri görmeleri.
- Sembolik sonuçların güvenilirliği hakkında ikna olmuş olacaklar. Böylece öğrencinin hata yapma endişesini azaltmayı mümkün kılacak.

1986 yılında ABD'de Tulane Üniversitesi'nde, Douglas "Üniversite Düzeyinde Genel Matematik Dersi ile İlgili Müfredat ve Öğretim Stratejileri Geliştirme Konferansı/Çalıştayı"'ı yapılmıştır. Konferans raporunda, öğrencilerin temel kavramları anlamalarını güçlendireceği umuduyla daha az konuya yer verilmesi kararlaştırıldı. Genel Matematik derslerinde bir dizi işlem becerisinden çok genel matematiğin temel fikirleri öğretilmeliydi. Genel matematiğin öğretimi için en çok önerilen yeni öğretim stratejilerinden biri de bilgisayar cebiri sistemlerinin (BCS) kullanımıdır.

Konferansta, Small ve Hosack (1986) "Computer Algebra System, Tools for Reforming Calculus Instruction" isimli bildirilerinde kavramsal anlamanın geliştirilmesi için BCS nin kullanılması, öğretim yaklaşımı ve kavram yanılgılarının analizi, alıştırmalar ve test sorularının geliştirilmesi ve son olarak cebir işlemlerindeki eksikliklerin neden olduğu sınırlamaları aşma üzerinde durulmuştur. Small ve Hosack öğrencileri zorluk çektikleri aritmetik hesaplamalardan ve cebirsel işlemlerden kurtararak, BCS sayesinde Genel Matematik kavramlarını keşfedebilecekleri ve günlük hayat problemlerini çözebileceklerini ileri sürmüşlerdir.

Matematik Eğitiminde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin kullanımı ilk kez 1996 yılında Sevil'de yapılan (ICME-8) Uluslarası Matematik Eğitimi Sempozyumunda **Computer Algebra in Mathematics Education** ismi ile uluslararası bir organizasyon belirleme kararı ile başlamıştır.

Kasım 1998: ICTCM-11: Uluslararası kolej matematiğinde teknoloji kullanımı konferansı, Loyola University, New Orleans, USA. Report by Tony

Watkins.Electronic Proceedings of the ICTCM conferences. (http://archives.math.utk.edu/ICTCM/)

Ağustos 1999: CAME workshop at the Weizmann Institute, Rehovot, Israel. Matematikte açıklayıcılık ve açıklığa doğru pedagojik bir araç olarak BCS'nin keşfi. (http://ltsn.mathstore.ac.uk/came/events/weizmann/).

Kasım 1999: ICTCM-12: Uluslararası kolej matematiğinde teknoloji kullanımı konferansı, San Francisco, USA. Report by Tony Watkins. Electronic Proceedings of the ICTCM conferences. (http://archives.math.utk.edu/ICTCM/).

Haziran 2000: Journées d'étude: Environnements informatiques de calcul symbolique et apprentissage des mathématiques, Rennes, France. (http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontres/JourneesCS)

Kasım 2000: ICTCM-13: Uluslararası kolej matematiğinde teknoloji kullanımı konferansı, Atlanta, USA. Report by Tony Watkins (PDF). Electronic Proceedings of the ICTCM conferences. 2001 (http://archives.math.utk.edu/ICTCM/).

Temmuz 2001: CAME Symposium: Bilgisayar Cebiri Sistemleri ile Matematik İletişimi, Freudenthal Institute, University of Utrecht, The Netherlands. (http://www.lonklab.ac.uk/came/events/freudenthal/)

Haziran 2003: CAME-3: Learning in a CAS Environment: Mind-Machine Interaction, Curriculum and Assessment, Reims, France (http://www.lonklab.ac.uk/came/events/reims/

Ekim 2005: CAME-4: Shaping Research and Development of Computer Algebra in Mathematics Education, Roanoke, Virginia USA (http://www.lonklab.ac.uk/came/events/CAME4/index.html).

Bu sempozyumun beşincisi de bu yıl haziran ayında Macaristan'da düzenlenecektir (http://www.lonklab.ac.uk/came/events/CAME5/index.html).

Ganter (2001) NSF (National Science Foundation)'nin desteklediği Genel Matematik müfredatı reformunda, ülke genelinde Genel Matematik derslerinde meydana gelen değişikliklerin sonuçlarını özetlemiştir. Genel Matematik reformlarının gayretleri öğrenci başarısı ve tutumları alanında karışık sonuçlar verirken, projelerde ortak birçok öğe bulunmuştur. Analizlerde, teknoloji iki farklı formda incelenmiştir: bilgisayarlar, (çoğunlukla BCS ve hesap makineleri) ve BCS olmayanlar. Ganter BCS kullanımının diğer alanlarda öğrenci başarısını çok az etkilediğini belirtirken, öğrencilerin birçok Genel Matematik kavramlarını anlamalarını geliştirdiğini belirtmiştir. BCS kullanımını içeren on yedi projenin rapörterleri arasındaki ortak görüş reform sınıflarındaki öğrencilerin işlem bilgileri en az geleneksel öğretim yapan sınıflardaki öğrencilerinki kadar iyiydi.

Birçok reform projelerinde grafik çizen hesap makinelerinin kullanımı ele alınmıştır. Bunlardaki sonuçlar BCS projelerindeki kadar başarılı değildir. Bazı projelerde öğrenci başarılarının arttığı görülmüştür. Ganter raporunda yüksek işlem bilgisine sahip öğrencilerin genel matematiği grafiksel yaklaşımla öğrenmenin kendileri için zor olduğunu söylediklerini belirtmiştir.

Aspestberger, K. ve arkadaşlarının TI-92 teknolojisini kullanarak, 17-18 yaş grubunda yaptığı çalışmalarda, öğretmenlerin, öğrencileri interaktif öğrenmeden, kritik ve araştırmacı düşünmeden uzaklaştırdıklarını rapor etmektedir. Matematik Öğretiminde, bu problemlerin giderilmesi BCS'nin kullanılması ile mümkündür (Aspestberger, 1998)

Shore (1997) yüksek okul öğrencilerinin problem çözme yeteneklerini çeşitli öğretim yazımlarını kullanarak farklı gruplar üzerine değerlendirdi. BCS (Derive) grubu, hesap makinesi (TI–85), bir hipermedia programı ve BCS ve hipermedia programının birlikte kullanıldığı kullanıldığı grupların ön test sonuçlarında anlamlı bir fark bulunmadı. Sontest değerlendirmesinde ise çeşitli düzeylerde anlamlı farklılıklar gözlemlendi. Hipermedia programını kullanan grup ve hem Hipermedia programını hem de BCS kullanan grubun sonuçları kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde farklıydı. Hesap makinesi ve BCS kullanan grubun son test sonuçlarında kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık gözlemlenmedi. Bu çalışmada grafik hesap makinesi kullanılmasına rağmen bir çok yüksek okul öğrencisinin uzaklık ve karışık problem çözerken hesap makinesi kullanma ihtiyacı duymadığıydı. Bu da BCS ve grafik hesap makinesi kullanan grupların arasında anlamlı fark olmamasına bir neden olabilir. Öğrencilerin sayısı ve amaçlarının grafik hesap makinesini kullanmalarındaki yardıma duyulan ihtiyaç göz önünde bulundurulmalıdır.

Bilgisayar Cebiri Sistem yazılımları hem öğretmen'e hem de öğrenci'ye birlikte tartışmalar, sınıflandırmalar vb. olanaklar sunabilir.

1. 5. 4 Uygulama Olarak Yapılandırmacılık + BCS

Uygulama olarak yapılandırmacılık, öğretmen adaylarının görüşlerinin ele alındığı kısımda öğretmen adaylarının görüşlerinden yola çıkarak irdelenmiştir.

1. 5. 5 Yapılandırmacı + BCS Yaklaşımda Özne, Nesne, Bilgi İlişkisi

Yapılandırmacı yaklaşımda özne, nesne, bilgi ilişkisi, öğretmen adaylarının görüşlerinin ele alındığı kısımda öğretmen adaylarının görüşlerden yola çıkarak irdelenmiştir.

1. 5. 6 Yapılandırmacı + BCSYaklaşımda Öğreten, Öğrenen ve öğretilen

Yapılandırmacı yaklaşımda öğreten, öğrenen ve öğretilen ilişkisi, öğretmen adaylarının görüşlerinin ele alındığı kısımda öğretmen adaylarının görüşlerden yola çıkarak irdelenmiştir.

1. 5. 7 Yapılandırmacılık + BCS Temelinde Ders Düzenlemeleri

Yapılandırmacılık temelinde ders düzenlemeleri, öğretmen adaylarının görüşlerinin ele alındığı kısımda öğretmen adaylarının görüşlerden yola çıkarak irdelenmiştir.

1. 5. 8 Yapılandırmacılık + BCS ve Matematik Dersleri

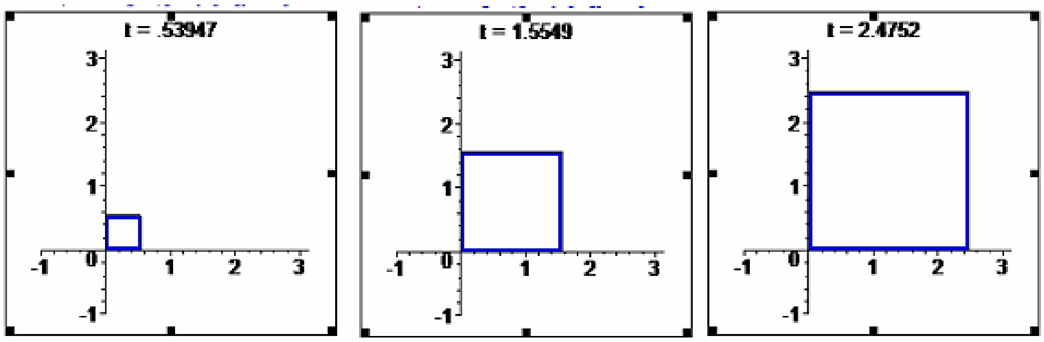
Etkinlikler Yapılandırmacılık + BCS çerçevesinde öğrenme ve görevler için doğal ortam olarak nitelendirilebilir. Bu doğal ortamda matematik becerileri geliştirilir. Öğrenenlerin bu ortama önceden hangi becerileri getireceğini tahmin etmek kolay değildir, dolayısıyla öğrenimin ne yönde gelişeceği o ana, öğreten ve öğrenenin ilişkisine, öğrenenin konuyla ve etkinlikle olan duygusal bağına bağlıdır. Ancak bu belirsizlik anlam yapılandırma çabasındaki öğrenen ve öğretmen için gerçek bir sorun ve gerçek öğrenme için olanak sağlar. Gerçekçi matematik öğrenimi bu şekilde BCS ile verimli bir araç olarak kullanılabilir. Bazen belirsizlik öğrenenler için BCS ile de bazı gereksinimler ortaya çıkarabilir, öğreten de bunlara destek vermek durumunda kalabilir; bu da öğretmen ve öğrenen için matematiğin dilini doğal ve anlamlı olarak kullanabilecekleri bir durum yaratır. Bu gereksinimler, dünyayı, diğerlerini ve genel kavramları anlama gibi bilişsel de olabilir.

Yapılandırmacılık + BCS matematik sınıflarında görevlerin yerine getirilmesi için çok çeşitli özellikler gerektirebilir. Bu özellikler bilişsel, etkileşimsel, fiziksel ve etkin katılım gerektirebilir.

Şekil 1. 5 Yapılandırmacılık + BCS ortamı

```
with(plottools,rectangle):
box := proc(x,y,r) PLOT(rectangle([x,y],[y,x],color=blue)) end;
animate( box, [0,t,0.2], t=0..Pi, scaling=constrained, frames=100 );
```

box := proc(x, y, r) PLOT(rectangle([x, y], [y, x], color = blue)) end proc



Bu görevlerin yerine getirilmesi sırasında öğrenenlerin yapılar ve anlam ile anlam verme üzerinde yoğunlaşmalarıdır. Öğretmenin ve öğrenenlerin temel hedefleri matematik ve matematik üzerinde düşünme şeklinde olmalıdır. Bu görevler, öğrenenlerin toplumsal, fiziksel, deneyimsel ve düşünsel gelişimlerine uygun olmalıdır. Bütünlük, devamlılık, anlam ve hedef üzerinde yoğunlaşma, başı-sonu belirli, ve öğrenenin etkin bir biçimde katılımını sağlaması bu görevlerin özelliklerindendir.

Bu görevler, matematiksel konuşma becerisini geliştirmek için kullanılabilir. Matematiksel konuşma becerilerinde de anlam önde gelmelidir. Genel kavramlar, nesnelerin diğer nesnelerle olan ilişkileri gibi konular matematiksel konuşma becerilerinin geliştirilmesinde kullanılmalıdır. Konuşmak, matematiği diğer bağlamlardaki öğrenmeler için de temel oluşturur. Konuşma becerisinin gelişmesi, söylemsel bazı becerilerin de gelişmesine olanak sağlarken, kavram hakkında etkin bilgi yapılandırma ve diğer tür etkinliklere etkin katılımın sağlanması konusunda katkı sağlar. Söylemin farkına varan öğrenenler de matematik bilinci daha rahat geliştirebilir. Yapılandırmacı + BCS yaklaşımda öğretmenin amacı öğrenenlerin olabildiği kadar matematiği gerçek durumlarda gerçek amaçlar için kullanmalarıdır. Matematik söylemi ve dili işlevleriyle farkında olarak öğrenmeyi sorgularken öğrenenler karşılıklı konuşmalarla desteklenmelidir. Ayrıca bu onların, diğer insanların düşüncelerinin farkına varmasını da sağlayabilir. Bu da sınıf içi ve toplumsal iletişimlerini geliştirebilir.

Dahası, metinsel söylemlerin farkına varmaları öğrenenlerin matematik okuma becerilerini de geliştirecektir. Çeşitli anlatılar, tanımlamalar, tasvirler, yönlendirmeler, fikirler, resimler söylemsel özelliklere sahip bazı iletişim türlerdir. Öğrenenler daha küçük bağlam bölümlerinden daha geniş bağlamların anlayışını geliştirebilirler, ayrıca bazı ip uçlarından iletişimi ve anlamalarını devam ettirebileceklerinin bilgisinin öğrenenlere yerleştirilmesi, öğrendikleri matematik yapılar ve terim ve kavramları çok çeşitli bağlamlarda kullanılabilir olduğunun da gösterilmesi gerekir. Matematiğin söylemsel özelliklerini öğrenmek için öğrenenler, matematiğin çok çeşitli durumlarda nasıl kullanıldığını filmler ve çeşitli programlar aracılığıyla izleyebilirler ve ya dinleyebilirler; öğretmenin kullandığı dil örnekleyici olabilir, ayrıca bu özel ve yönlendirici sınıf dili süreç içinde öğretmen ve öğrenen tarafından geliştirilebilir. Öğretmenin matematiğin dilinin kullanımını önemli yapılar çerçevesinde oluşturulur, öğreten ve öğrenen arasında özel bir iletişim geliştirebilir, süreç içinde yapılar, terim ve kavramlar zorlaştırılır.

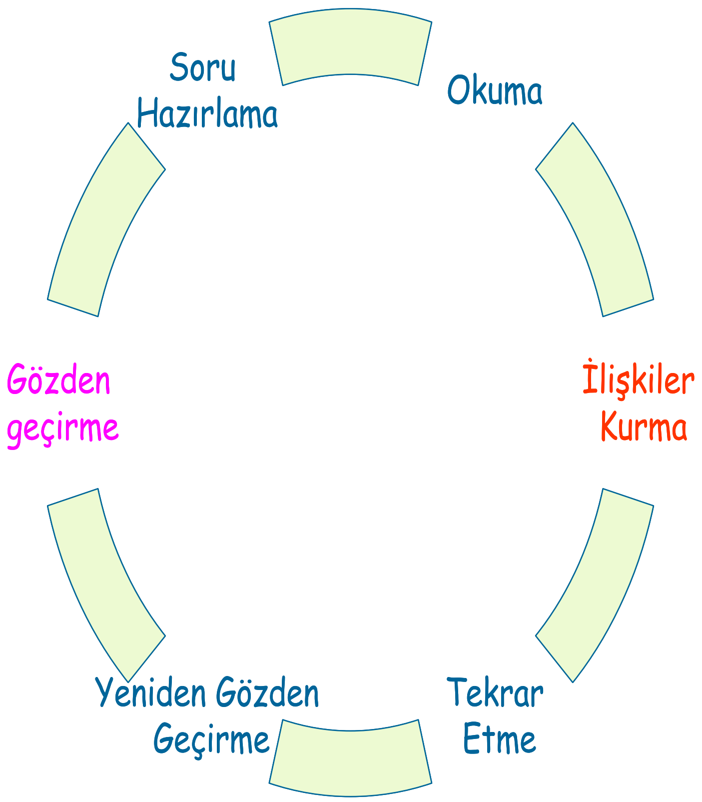
Matematik öğrenimi sürecinde terim ve kavramlarla sürekli karşılaşılır, bunlara zaman ilerledikçe yeni yeni anlamlar eklenebilir, farklı bağlamlarda ve durumlarda farklı anlamlarda işlevsel bir biçimde kullanılması üretim ve anlam vermede çok önemlidirler. Terim bilgisinin artması, öğrenenlerdeki kavramsal bilginin arttığına işarettir. Terimler matematikle günlük yaşamını birlikte sembolize ederek değerlendirmeler ortaya çıkartır. Terimler arasındaki tematik ilişkiler ve onların sınıflandırılması öğrenmeyi hem arttırır hem de kolaylaştırır. Benzerlikler, zıtlıklar, eşlikler günlük dildeki kullanımdan matematiksel bilgiyi sorgulamaya dönüşür.

Cüceloğlu (2000)'nun öğrencilerin sınava hazırlanırken kullanabilmeleri için önerdiği Altı aşamalı bir yöntemi bu kurs süresinde şu şekilde kullandım. Bu yöntem Yapılandırmacılık + BCS ile okul matematiğinin öğrenilmesi gereken değişik konuları için başarıyla kullanılabilir. Bu yöntemle örgütleme, ayrıntılama ve ara-bul-geriye getir için alıştırma yapma ilkeleri rahatlıkla uygulanabileceğinden öğrenicinin kendi kendine başarma azmini pekiştirebilir.

1. 5. 8. 1 Yapılandırmacılık + BCS ile Matematik Öğretmeni;

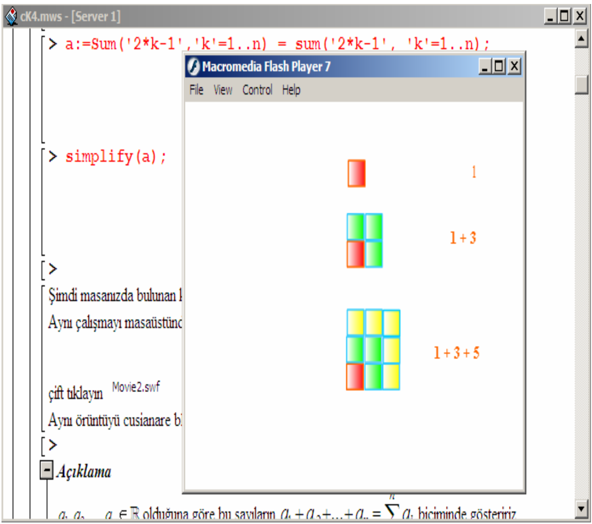
Yapılandırmacılık + BCS ile matematik öğretmeni için uygnn bir strateji burada geliştirilmeye çalşılmıştır. Bu stratejileri aşağıdaki şekilde hem öğretmen hem öğrenci kullanabilirler.

Şekil 1. 4 Yapılandırmacılık + BCS Stratejileri



Gözden geçirme:

Şekil 1. 5 Gözden Geçirme Startejisi - 1



1- Öğretmek istediği matematiksel kavramı kendisi düzenleyebilir.

2- Konunun ana hatlarını düzenleyerek kendi kelimeleriyle yazabileceği section / text'ler oluşturabilir. Section'lar içinde subsection'lar düzenleyebilir.

3- Maple'ın kendi animasyonları haricinde başka animasyon programları ekleyebilir.

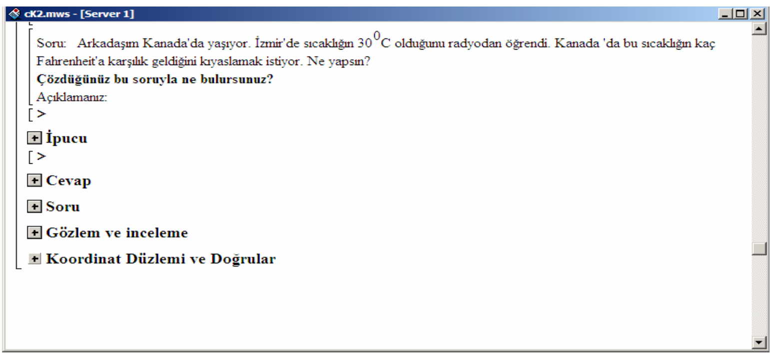
4- Web sayfalarına köprü verebilir.Resim, şekil, şema vb. şeyler ekleyebilir. Burada en önemlisi hazırlanan bu sayfalar WEB ortamına çok kolay bir biçimde aktarılabilir. Bu şekilde internet üzerinden de gözden geçirmeler izlenebilir. İnternet alt yapısının ülkemizde şu anda iyi bir aşamaya gelmesi nedeniyle bu büyük bir avantaj sağlayabilir.

5- Matematiksel sembollerin yazılımında ctrl + R ile equation'ı kullanabilir. Mathtype'ı kullanabilir.

7- Excel çalışma sayfaları ekleyebilir.

Öğretmekte olduğu bilgileri örgütleyebilir. Bu ise hem öğrenenin hem de öğreticinin belleğine büyük yardım eder. Örgütleyerek organize bir biçimde konuyu sunması öğrenicinin daha ilk adımda belleğine büyük bir yardım sağlamış olur.

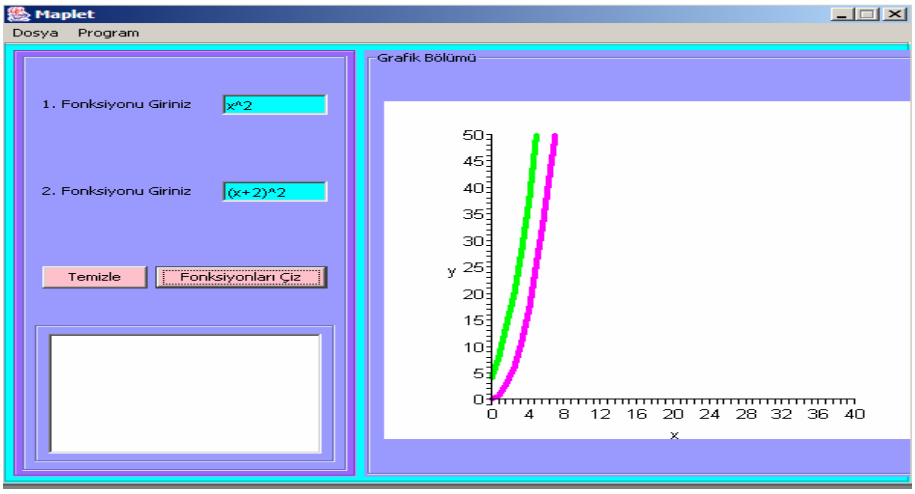
Şekil 1. 6 Gözden Geçirme Stratejisi - 2



Öğrenciler bilgisayarlar ile istedikleri grafikleri çizebilir, istedikleri tabloları yapabilir ve sembolik hesaplamaları yapabilirler. Çizdikleri grafiklerin herhangi bir parçasını büyütüp küçültebilirler. Öğrenciler “ $y = ax^2 + bx + c$’de katsayılar a, b ve c değiştiğinde ne olur?” veya “(1,2) ve (3,4) noktalarından geçen doğruyu bulunuz?” gibi sorulardan teknoloji vasıtasıyla hoşlanabilirler.

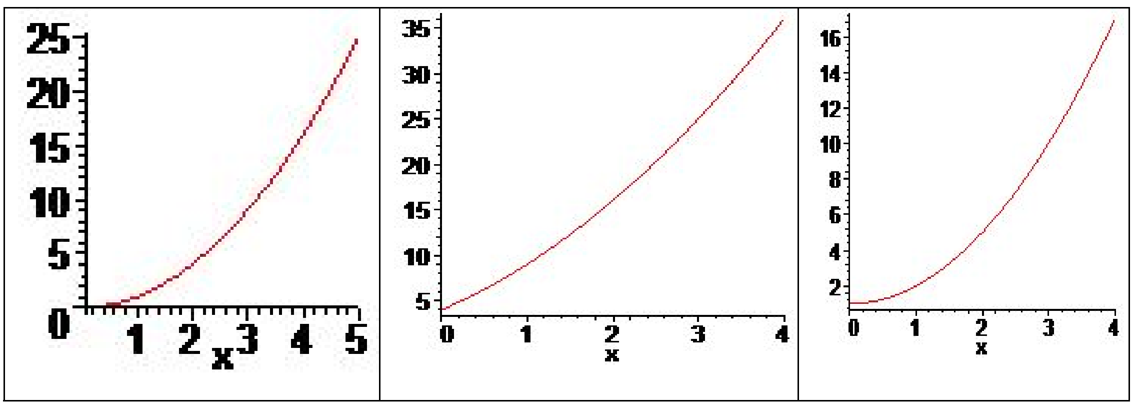
Bu işlemleri yaparken kendi hazırladıkları mapletleri veya Maple’ın sitesinden başka kullanıcıların geliştirdikleri mapletleri kullanarak çalışmalarını sürdürebilirler.

Şekil 1. 7 Gözden Geçirme Stratejisi -3



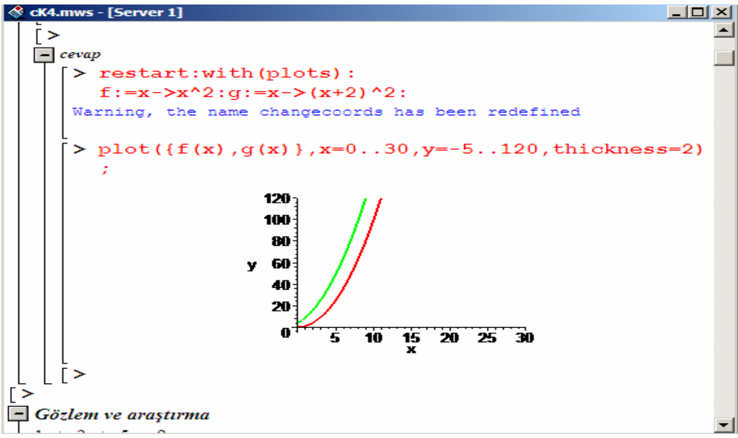
Veya çalışmalar Maple’ın worksheet’lerinde gerçekleştirilebilir.

Şekil 1. 8 Gözden Geçirme Stratejisi -4



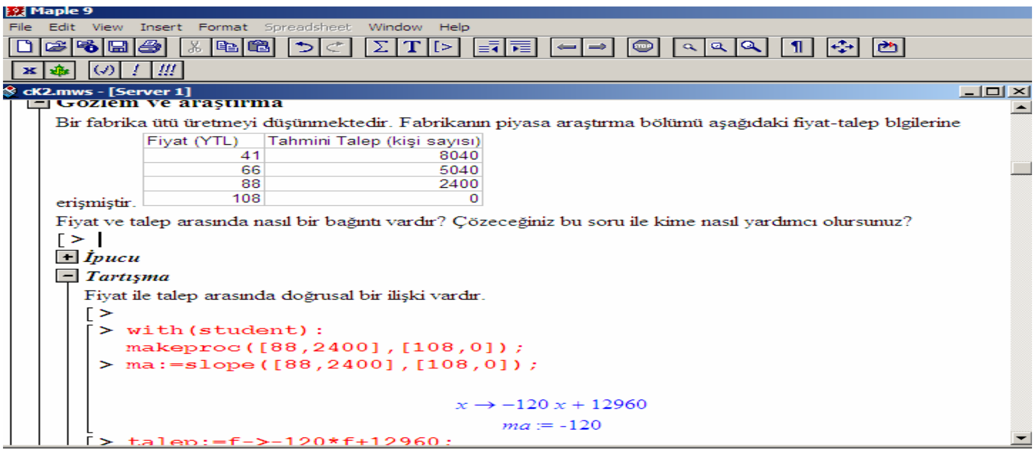
Bilgisayarlar ve grafik çizerler kullanılmadan önce öğrenciler böyle soruları öğretmenlerden çözmesini bekler, belki tartışabilirlerdi. Bazen öğretmen öğrencilerle tartışarak çözmeye çalışabilir ve bu tartışmaları öğretmen kontrol ederdi. Bilgisayar sınıflarının ana özelliklerinden biri öğretmenler tarafından kontrolün, kısmi olarak kaybolmasıdır. Bilgisayarlar ve güçlü yazılımlarla donatılan bir sınıfta öğrenciler, soruları genelleyebilir ve buluşlar yapabilir (Borba, 1995).

Şekil 1. 9 Gözden Geçirme Stratejisi - 5



Sosyal yapılandırmacı yaklaşım anlayışında öğreten değil yardımcı olan vardır. Öğretme değil içeriğin anlaşılmasında yardımcı olma vurgulanır. Maple öğretmenin rolünü yardımcı olmaya çevirebilir. İpuçları olarak açacağınız section bu işlevi gerçekleştirmeye yardım edebilir. Normal bir sınıf ortamında öğretmen anlatır. Sosyal yapılandırmacı anlayıştaki vurgu soru sormadır. İçeriği özne yapılandıracaktır diğer öznelerle birlikte. Maple matematiksel içeriğin yapılandırılmasına hem tablo, hem grafik hem cebirsel işlemle yardımcı olur.

Şekil 1. 10 Gözden Geçirme Stratejisi - 6



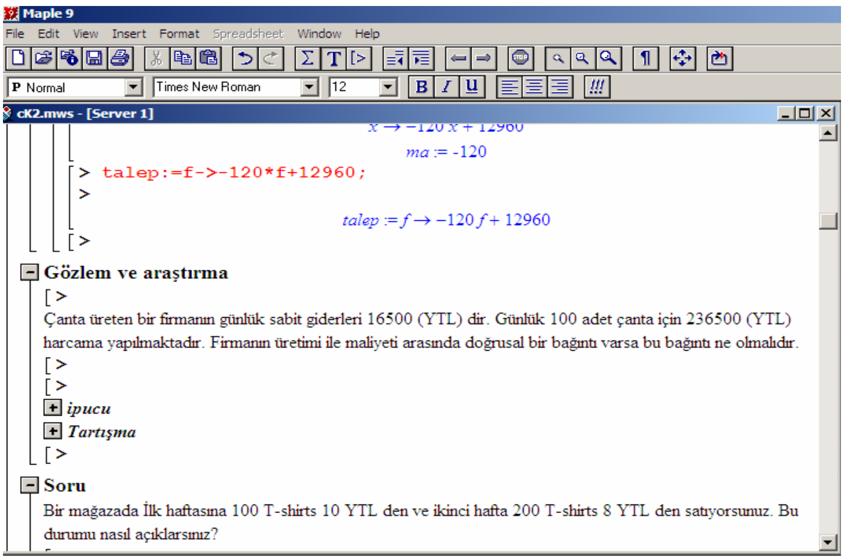
Öğretmenin rolünün dramatik bir biçimde değişmesi daha fazla beceriyi gerektirmektedir. Öğretmenin bu ve benzeri teknolojileri daha fazla kullanmasını ister.

- Artık öğretmen değil öğrenme eylemini birlikte gerçekleştirme vardır.
- Öğretmen anlatır, şimdi ise öğrenenlerle birlikte sorgulamalar yapar. Bu nedenle öğrenme eylemine katılan öğretmenin soru sorma becerisinin arttırılması gerekir.
- Öğretmen derste bir monolog sürdürürdü, şimdi ise öğretmen öğrenicilerle etkileşim ve iletişim kurdurmayı sürdürür. Grup çalışmalarıyla da bu etkileşimi arttırabilir.
- Öğretmen öğrenmenin önündedir. Bunu yaparken müfredatı kullanır. Oysa şimdi öğretmen öğrenmeye rehberlik eder.

Soru hazırlama:

Öğretmen örgütlediği her konu bölümüyle ilgili kendi içinde anlamlı olan sorular hazırlayabilir. Bu soruları hazırlarken öğrenicinin çalışma sırasında parametrelere müdahale ederek matematiksel düşünmesine anlamlar katmasına fırsat verebilir.

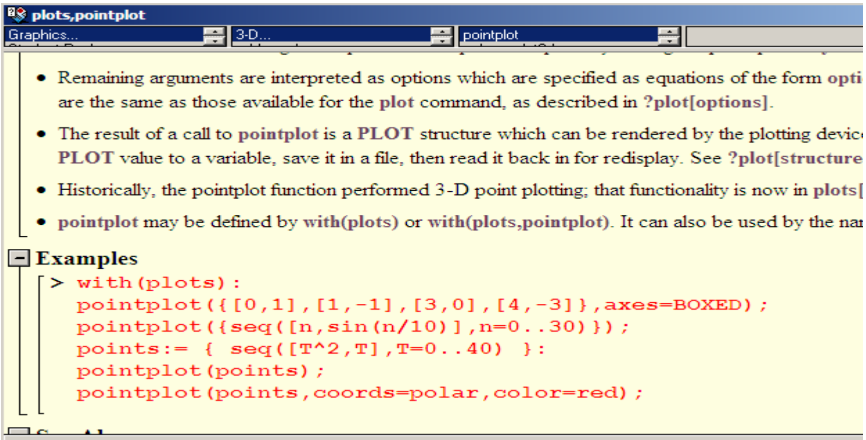
Şekil 1. 11 Soru Hazırlama Stratejisi - 1



Okuma:

Öğrenicinin hazırlanmış bu konuyu veya soruları kendi kendisine cevaplandırma sürecine girip yardım (help) menüsünde Glosarry ve Topic Search kullanarak hem cevaplar arayabilmesine hem de kavramsal anlamasına katkıda bulunabilir.

Şekil 1. 12 Okuma Stratejisi – 1



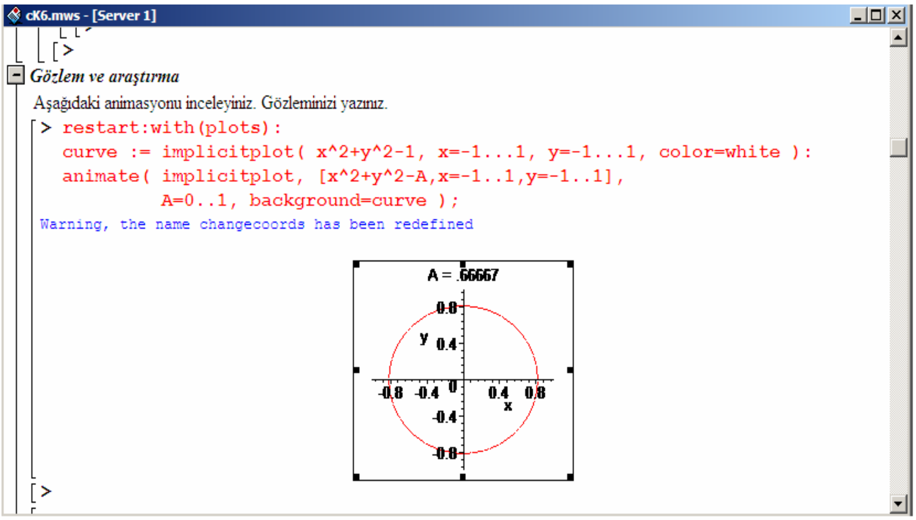
Örneğin yukarıda pointplot için açılan yardım penceresinde noktaların grafiğini çizme için; seq ile bir dizi açma; bu diziyi trigonometrik olarak yapılandırma, parametrik olarak ifade etme, daha sonra aynı diziyi kutupsal koordinatlarla ifade etme fırsatını görebilirsiniz. Bu öğrenci için matematiksel okur-yazarlığa da katkıda bulunur.

İlişkiler kurma:

Öğrenicinin soruları cevapladıkça bölümler arasında ne gibi bir ilişki olduğunu anlamasına imkan verebilir. “konuların birbiriyle ilişkisi nasıl kurulmuş?” gibi soruları öğrenicinin kendisinin görmesi ve “konu tümüyle mantıksal bir bütün oluşturuyor mu?” sorularına cevap vermesi mücadelesini başlatabilir.

Bu mücadele aynı zamanda matematiğin farklı biçimlerini görme fırsatını ortaya çıkartır.

Şekil 1. 13 İlişkiler Kurma Stratejisi -1



color = white parametresi color = red değişince çemberden daire tanımına geçebiliriz.

Tekrar etme:

Her bölüm bittiğinde birkaç kere tekrar etme fırsatı sağlar ve o bölümde hatırlamakta zorluk çekilen kavramların farkına hem kendisi hem de öğrenenin varması ve özellikle o kavramların gözden geçirilmesini ve geçirmeyi sağlayabilir.

Tekrar sırasında dosyasında daha önceki yaptıklarını eleştirel bir gözle yeniden incelerken kendi kontrolünü oluşturduğu için bu kendisine daha güven duymasına fırsat sağlar.

Ayrıca öğretmen öğrencinin dosyasını gözden geçirip dönüt verebilir.

Yeniden gözden geçirme:

Konunun tümünü öğrenicinin yeniden gözden geçirmesini ve yukarıdaki her adımı tam anlamıyla yapıp yapmadığını saptayabilir. Gereken yerde yardım edebilir. O aşamada konunun temel bölümlerini ve her bölümdeki ana kavramları öğrenicinin yenide kazanmasına fırsat sağlayabilir.

Bu son gözden geçirmede çalışma sayfası bilgisayarda olduğundan öğretmenin ölçme ve değerlendirme sırasında daha gerçekçi kriterleri ortaya çıkarmasına, öğrenciyi daha iyi anlamasına olanak verir.

1. 5. 8. 2 Yapılandırmacı + BCS ile Öğrenici;

BCS ile matematik öğrenici kendi bilgisini kendisi yapılandırma fırsatları yaratmaya başlar.

Okuma: Öğrenici kendisi aynı konuyu veya istediği bir proje çalışmasını gerçekleştirme fırsatı elde eder. Hazırladığı konuyu veya soruları kendi kendisine cevaplandırma sürecine girip yardım (help) menüsünde Glosarry ve Topic Search kullanarak benzerlikler ve zıtlıkları araştırması problemle başa çıkmasında belki uzun ve zor ama bir mücadeleye girmesini sağlar. Bu şekildeki bir öğrenme kalıcı bellekte yer edinebildiği gibi sorgulamayı gerçekleştirir.

İlişkiler kurma: Soruları cevapladıkça bölümler arasında ne gibi bir ilişki olduğunu Help menüsünde introduction'la dersi anlatanın belirli bir plan çerçevesinde bir dizi düşünceyi anlamlı bir biçimde anlatmaya çalıştığını anlatanın kafasındaki planı keşfetmeye çalışabilir. "konuların birbiriyle ilişkisi nasıl kurulmuş?" gibi soruları kendi kendisine bu menü yardımıyla görebilir. "konu tümüyle mantıksal bir bütün oluşturuyor mu?" Bu sorulara cevap bulmaya çabalayabilir.

Soru hazırlama: Örgütlediği her konu bölümüyle ilgili kendisi için anlamlı olan sorular hazırlayabilir. Bu soruların hazırlanması sırasında parametreler müdahale ederek matematiksel düşünmesine daha farklı anlamlar katmaya başlayabilir.

Gözden geçirme: Öğrenmek istediği matematiksel kavramı yardım menüsünü kullanarak nasıl düzenlendiğini anlayabilir. Konunun ana hatlarını düzenleyerek kendi kelimeleriyle kısaca yazabileceği bir section / text oluşturabilir. Daha sonraki aşamalarda section / text içinde düzenlediği özet bilgiyi aradığında edit / find ile bulabilir. Bu şekilde öğrenmekte olduğu bilgileri örgütleyebilir. Bu ise belleğe büyük yardımı eder. Örgütleyerek organize bir biçimde konuyu çalışarak daha ilk adımda belleğine büyük bir yardım sağlamış olur.

Tekrar etme: Her bölümü bitirince birkaç kere tekrar edebilir ve o bölümde hatırlamakta zorluk çektiği kavramların farkına varmaya ve özellikle o kavramları gözden geçirmeyi kendi kendine başarabilir.

Yeniden gözden geçirme: Konunun tümünü yeniden gözden geçirebilir ve yukarıdaki her adımı tam anlamıyla yapıp yapmadığını kendisi saptayabilir. O aşamada konunun temel bölümlerini ve her bölümdeki ana kavramları ayrıca kendi worksheet'ini açarak zorluk çekmeden hatırlayabilme imkânı bulur (Cüceloğlu, **a.e**)

Maple yardımı ile kurulan matematiksel dünyalar keşfe ve araştırmaya dayalı matematiksel öğrenme sağlayarak, öğrencinin gözünde matematiği faydalı ve zevkli bir hale getirebilir. Bu öğrenmede edilgen seyreden, dinleyen ve okuyan olmak yerine sonuçları etkin şekilde keşfetmek gerekir. Öğrenciler; Maple etkinlikleriyle daha soyut kavramları yapılandırabilirler, onların işlemsel, kavramsal anlamalarına ve problem çözmelerine olumlu katkılarda bulunabilir. Maple'ın matematik keşifler için olanaklar sunduğuna dair yapılmış inandırıcı çalışmalar var (Schwingendorf ve Dubinsky, 1990). Maple ile entegre edilmiş bir ortamda öğrenci sembolik ifadelerin matematiksel yapı olarak kurulması eylemine doğrudan katılır ve bu etkinlik öğrenciye somut bir matematiksel tecrübe kazandırır. Etkileşimli ortamda Maple yardımıyla birbirine geçmiş yapıdaki sembolik ifadeleri uygulamaya koyabiliriz.

1. 6 Tutum

Bireylerin bir konudaki (örneğin, öğretmen adaylarının matematik dersine yönelik) görüş, düşünce ya da tutumlarını belirlemeye yarayan ölçü araçlarına tutum ölçeği denmektedir. Bir tutum ölçeği, hedeflenen konudaki olumlu ve olumsuz görüş, düşünce ya da tutumları yansıtan bir dizi maddeden oluşmaktadır.

Matematiğe yönelik geliştirilen ilk tutum ölçeklerinden birisi, matematiğe yönelik duyguları inceleyen Dutton Scale (Dutton, 1954; Dutton & Blum, 1968) çalışmasıdır. Matematiğe karşı tutumda cinsiyet farklılıkları (Sayers, 1994; Aksu, 1991; Steinback & Gwizdala,1995), matematiğe karşı olan tutumu etkileyen etmenler (Tocci & Engelhard, 1991), matematik kaygısı ve matematiğe karşı tutum (Rounds & Hendel, 1980) ve matematiğe karşı tutum ve matematiğin öğretimi (Ludlow & Bell, 1996) matematiğe karşı tutumu farklı düzeyde öğrenciler üzerinde inceleyen araştırmalardan bazılarıdır.

Özellikle matematiğe karşı tutumla matematik başarısı arasındaki ilişki üzerinde en çok çalışılan konulardan biridir. Bir çok araştırma öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının matematikteki başarılarını etkilediğine işaret etmektedir (Minato & Yanese, 1984; Ethington & Wolfle, 1986; Cheung, 1988; Erktin, 1993). Böylece, matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmek daha da önem kazanmaktadır. Aslında matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmek matematik eğitiminin en önemli amaçlarından biridir (Reyes, 1984). Milli Eğitim Bakanlığı'nın İlköğretim Matematik Dersi Programı'nda da bu amaç yer almaktadır.

Olumlu bir tutum geliştirmenin matematik eğitiminin bir amacı olması durumunda, tutumu ölçmeyi hedefleyen araçlara da ihtiyaç duyulmaktadır. Matematiğe karşı tutumu ölçmeye yönelik bir çok çalışma yapılmış, çaşitli ölçekler geliştirilmiştir. Örneğin, on iki maddelik bir ölçek Gladstone, Deal, ve Drevdahl (1960) tarafından geliştirilmiştir (Show & Wright,1967). Bu alandaki diğer bir ölçek Aiken ve Dreger (1961) tarafından üretilmiştir.

Geçtiğimiz 20 yıl içerisinde, 1976 yılında geliştirilen Fennema-Sherman Matematik Tutum Ölçeği (FSMAS) yaygın bir şekilde matematiğe karşı tutumu ve bununla bağlantılı diğer kavramları araştırmak için kullanılmıştır. Bu ölçek en başta, matematikte kızlar ve erkekler arasındaki başarı farkını incelemek için geliştirilmiş olmasına rağmen, ölçeğin etkileri matematik eğitimiyle ilgili her türlü araştırmada kendisini hissettirmiştir (Mulhern ve Rae, 1998).

Fennema-Sherman Matematik Tutum Ölçeği(FSMAS) her birinde 12 madde bulunan 9 alt boyuttan oluşmaktadır. Başarıya yönelik tutum, matematiğin erkek işi olduğuna ilişkin görüş, annenin, babanın, öğretmenin tutumları, matematik öğrenmede kendine güven, matematik kaygısı, motivasyon ve matematiğin yararı ölçeğin 9 alt boyutunu yapılandırmaktadır. Çalışmada her bir boyutun ayrı olarak da kullanılabileceği belirtilmektedir (Mulhern & Rae, 1998).

1. 6. 1 Öğretmen Eğitiminde Tutum

Günümüzde bir çok eğitim araştırması duyuşsal faktörleri konu almış özellikle de eğitimde olumlu tutum geliştirmeye dikkatleri çekmiştir. Araştırmalarda öğretmen adaylarının tutumları üzerinde yoğunlaşmıştır. Battista (1986) konu ile ilgili olarak "öğretmen eğitimi sırasında adaylarının edindikleri olumsuz tutumların hem kendi matematik öğrenmelerini hem de daha sonra matematiği öğretmedeki etkin yöntemler kullanabilmelerini sınırlamaktadır" görüşünü ileri sürmektedir. Dahası, bu olumsuz tutumların öğrencilere bilginin transferi söz konusu olduğu gerçeğinin yanında (Larson, 1983) öğrencilerin başarılarını da olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir (Schofield, 1982). Bunun yanında öğretmenlerin matematik ve matematiği öğretmeye ilişkin bazı inanışlarının bulunduğu ve bunun sınıf ortamını nasıl etkilediğinin araştırılması gerektiği gerçeği de vardır. Bazı araştırmalar, olumlu öğretmen tutumlarının öğrencilerin olumlu tutum yapılandırmalarına da pozitif yönde etki ettiğini rapor etmektedir (Aiken, 1976; Brown ve Baird, 1993).

Matematik eğitimcilerinin genel bir kanaati olarak, matematik programlarının yeterli bir şekilde sunulabilmesi için ilköğretim matematik öğretmenlerinde olumlu tutum ve inanışların (duyuşsal değişkenlerin) geliştirilmesi gerekmektedir (örneğin, NCTM, 1989; HMI, 1987, 1988, 1991; DES, 1989; NCC, 1991 vb.). Şayet, eğitimin bir amacıda ilköğretim öğretmenlerinin matematiği yeterli şekilde öğretebilmesi ise, öğretmen eğitiminin öğretmen tutumlarını olumlu hale getirecek ve geliştirecek bir şekilde düzenlenmesi ve işlemesi (yapılandırılması) gerekmektedir. Dolayısı ile, olumlu tutum geliştirme kesinlikle öğretmen eğitiminin hem alan bilgisi hem de alan öğretim bilgisi derslerinde bir amaç olmalıdır. Bir başka deyişle, matematik için tutum geliştirme öğretmen eğitiminin tüm aşamalarında önemli bir özelliktir.

Bu çalışmanın bir amacı da, iki farklı grubun öğretim yöntemlerine göre matematiğe yönelik tutumlarını ortaya koymak ve varsa farklılıkları tespit etmektir.

Tutum ölçeklerinde, yapı geçerliği ile ölçme-tekrar ölçme güvenirliği ve madde güvenirliği analizi sonuçları önemlidir.

1. 7 Araştırmanın Amacı

Günümüzde öğrenme – öğretme süreçlerini yönlendiren yeni bir akım olarak yapılandırmacılık anlayışının kuram ve uygulama boyutuyla tartışmaya açılmasına ihtiyaç vardır. Yapılandırmacı yaklaşımın ve teknoloji kullanımının matematik öğretimi sürecinde yansımalarını, uygulamanın dayandığı kuramsal görüş ve yaklaşımı, yani uygulamaları bilimsel kılan bu bağlantıların irdelenmesi gerekir. Öğrenme – öğretme sürecinde uygulamaları rastlantılardan kurtaracak olan da kuram – uygulama bütünlüğünün kurulmasıdır. Öte yandan geliştirilen kuramların sınandığı alanlar da uygulama alanlarıdır. Öğretim süreçlerine ve bu süreci yönlendiren insan gücü olarak öğretmenlerin yetiştirilmesine yeni bir ışık katmayan kuramlar eğitimsel değer taşıyamaz.

Bu görüşten yola çıkarak bu çalışmada yapılandırmacılık kuramı inceleme alanı olarak belirlenmiştir. İnceleme alanlarını somutlaştıran temel de matematik öğrenme ve öğretmedir. Yapılandırmacılık anlayışına dayanarak gerçekleştirilen uygulama düzenlerinin somuta yansıtıldığı alan da öğretmen yetiştirme programlarında yer alan Genel Matematik dersidir. Burada amaçlanan yapılandırmacılık ilkesine dayanarak bir Genel Matematik dersinin iki farklı işleyiş biçiminin tutuma ve başarıya etkisini inceleyebilmektir..

Bu araştırma ile, Genel Matematik dersinde denklem ve fonksiyonlarn grafikleri kavramının öğretme - öğrenme sürecinde (BCS) Bilgisayar Cebiri Sistemi kullanımı ile öğrencilerin; işlemsel anlama, kavramsal anlama, problem çözme becerileri ve matematiğe yönelik tutumlarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Matematiğin dünyadaki rolü ve uygulamaları, bilgisayar sistemleri öğrenci ve öğretmenlere önceki kuşakların hayal edemeyeceği kadar matematik gücünü kullanma olanağı sağlar. Ülkemizde bu gücün kullanımına yönelik uygulamalardaki çalışmaların arttırılması gerekmektedir. Bu artışı ortaöğretim ve yüksek öğretimde gerçekleştirmeye ihtiyaç aşikardır.

Matematik analiz, insan aklının en üstün başarılarından biridir. Bu matematik disiplin genişçe, Isaac Newton (1642 - 1727) ve Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716)'in 17. yüzyıldaki araştırmalarında ortaya çıkar. Onların düşüncelerinden bazıları, Archimedes'in (M.Ö 287 - 212) zamanına kadar gider ve Yunan, Mısır, Babil, Hindistan, Çin ve Japon kültürleri gibi farklı kültürlerde ortaya çıkar. Geçen üç yüzyıl boyunca medeniyetimizi şekillendiren bilimsel gelişmelerden bir çoğu, analizi kullanmaksızın mümkün olmayacaktı (Edwards&Penney, 2000)

Matematik analizin pek çok uygulaması, değişen nicelikleri tanımlamak için reel sayıları veya değişkenleri ihtiva eder. Bir geometrik veya bilimsel olayın matematiksel incelemesinin anahtarı, tipik olarak, olayı tanımlayan değişkenler arasındaki bağıntıların elde edilmesidir. Böyle bir bağıntı bir değişkeni diğerinin bir fonksiyonu olarak ifade eden bir formül olabilir. Örneğin; duran bir cisim serbest bırakıldıktan t saniye sonra $s = \frac{1}{2}gt^2$ m düşer. v = gt m/s hızına sahiptir. Burada g = 32 m /s^2 yerçekimi ivmesidir.

Fonksiyon kavramı ve matematiksel modelleme üniversitelerde okutulan Genel Matematik dersi için temel kavramlardır.

Matematik öğretimi yapılırken bir kurama dayandırılmalıdır. Çağdaş eğitimi yapılandırmacı kuram etkilemektedir. Dünya teknolojinin desteğini kullanmaya giden bir eğitim anlayışını benimsemeye başlamalıdır.

Eğer araştırma çalışmasında araştırmacı ve katılımcılar aynı ortam içersinde birlikte rol alıp, karşılıklı etkileşim içerisinde olurlarsa araştırmacı için zengin bir atmosfer yaratılmış olur. Böylece bu atmosfer içinde araştırmacı, katılımcıların (öğretmen adaylarının) görüşlerini, düşüncelerini pratikte daha iyi gözlemleme şansı bulmuş olacaktır.

Bu eğitim anlayışını gerçekleştiren öğretenlere ihtiyaç vardır. Sonuç olarak, bu araştırmada "Eğitim fakültelerinin 1. sınıflarında okutulan Genel Matematik dersindeki fonksiyon kavramı öğretiminde, yapılandırmacı öğretim kuramı ve bilgisayar cebiri destekli yapılandırmacı öğretim kuramı ile hazırlanan öğretim ortamlarında matematik dersi gören öğrencilerin işlemsel, kavramsal ve problem çözme anlayışları ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?" sorusuna cevap aranmıştır.

1. 7. 1 Alt Problemler

Bu araştırmada deneysel metotlar ile cevaplanması amaçlanan sorular şunlardır:

1- Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, öğretim sonucunda fonksiyon konusu ile ilgili;

i) Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, öğretim sonucunda işlemsel becerileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

ii) Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, öğretim sonucunda kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

iii) Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, öğretim sonucunda problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2- Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, öğretim sonucunda matematiğe yönelik tutumlarında anlamlı bir fark var mıdır?

i) Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin, matematiğe yönelik tutumları ile ilgili öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

ii) Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, matematiğe yönelik tutumları ile ilgili öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin, bu uygulama ile ilgili görüşleri nelerdir?

1. 7. 2 Araştırmanın Önemi

Bu araştırma ile öğretmen adayları için fonksiyon kavramının öğretilmesine yönelik alternatif bir öğrenme ve öğretme ortamı hazırlanmıştır. Bir öğrenme kuramına bağlı olarak oluşturulan pedagojik stratejiler ile geliştirilmesi gereken matematiksel kavramlar içinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programları için fonksiyon kavramının öğretilmesi temeldir. Genel Matematikte bu konuyu takip eden limit, türev ve integral kavramlarının keşfedilme felsefesinin dayanağı bu kısımda yapılacak çalışmalarla anlaşılabilir kılınabilir.

Ayrıca, öğretmen eğitiminde alan eğitimi ile ilgili araştırmalar ülkemizde yeni sayılır. Öğretilmesi gereken ve anlaşılması güç olan konular için "*nasıl olsa öğretmen olduklarında çalışıp öğrenirler!*" öngörüsü var diyebiliriz. Temel matematik kavramların öğretimi üzerinde alan bilgisi derslerinin öğretiminde de üniversitelerde araştırmalara ihtiyaç vardır.

1986 yılında Genel Matematik öğretimi konusunda Sloan Vakfı sponsorluğunda yapılan Tulane Konferansı, bilim adamları ve eğitimcilerde büyük ilgi uyandırır. Bu ilgi, öğrencilerin Genel Matematik derslerini düşük başarı ile tamamlamaları ve bunu gidermek için de uygun teknolojinin programa sokulması gerektiğini ihtiva eder. Konferans sonrasında Üniversitelerin Matematik Fakültelerinde bunun kaçınılmaz olduğu düşüncesi oluştu (Douglas, 1986).

Literatür incelendiğinde, Genel Matematik konularının öğretimini ve bu konuların öğretiminde teknoloji kullanımını konu alan yurt dışında yapılmış bir çok araştırmaya rastlanabilir. Ancak ülkemizde bu konuların öğretimine yönelik araştırmalar oldukça azdır. Bu çalışma ayrıca öğretmen adayları ile gerçekleştirilen bir çalışma olması dolayısıyla önem arzetmektedir. Bu araştırma, BCS'nin öğretimde kullanılması ile öğretim amaçlarımıza ve ölçme-değerlendirme prensiplerimize kazandırılacak yeniliklerin de incelenmesi ve bu yönde verilebilecek somut öneriler üretmesi açısından da önemlidir.

1. 7. 3 Sayıltılar

1- Araştırmaya katılan öğrencilerin bilgisayarla çalışma zamanlarının eşit olduğu kabul edilmiştir.

2- Araştırma gruplarına dahil olan öğrenciler, öğrenim gördükleri ilde yeni tanışmış olduklarından ve yaşantılarını farklı yerlerde sürdürdüklerinden genel olarak birbirleri ile etkileşim içerisinde olmadıkları varsayılmaktadır.

3- Araştırmada kullanılan ölçeklerin kapsam geçerliliği ile ilgili görüşü sorulan uzmanların ve uygulama ile ilgili görüşlerini sunan öğrencilerin objektif ve samimi oldukları varsayılmaktadır.

1. 7. 4 Sınırlılıklar

1- Araştırmanın uygulaması süresince araştırma gruplarının her biri için ders saati sayısı (haftada 6 saat) eşit tutulmuş, zamanlama yönünden hiçbir özel önlem alınmamış, fakültece belirlenen koşullara uyulmuştur.

2- Araştırma gruplarından BCS kullanacak olan gruba verilen BCS eğitimi toplam 6 saat ile sınırlıdır.

3- Araştırmada uygulama dersinin anlatımı toplam 16 ders saati ile sınırlıdır.

1. 7. 5 Tanımlar

Bu araştırmada sıkça kullanılacak bazı terimler araştırmada kullanılacağı anlamları ile tanımlanmıştır.

BCS: CAS "Computer Algebra Systems" olarak bilinen Bilgisayar Cebiri Sistemleri'nin kısaltmasıdır.

Gerçek Hayat Problemleri: Teorik matematik konularının gerçek hayat ile ilişkilendirilmesi sonucu ortaya konulmuş problemlerdir.

NCTM: "National Council of Teachers of Mathematics" in kısaltılması. Amerika Birleşik devletlerin'de bulunan Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği.

NCTM matematik öğretimi için aşağıdaki temel standartları benimsemekte ve önermektedir.

- Kavramsal anlama.
- Kavramlar araşı ilişkiler kurma.
- Problem çözme
- Öğrenilenleri gerçek hayata transfer ederek bilgiyi kullanabilme.

Genel Matematik : Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında uygulanmakta olan Genel Matematik dersi. Ülkemizde mesleğe yönelik eğitim veren fakültelerde verilen ders.

MÖTÖ : Matematik ön tutum ölçeği

MSTÖ : Matematik son tutum ölçeği

BT: Başarı testi

1. 8 İlgili Araştırmalar

Matematik eğitiminde teori, pratik ve teknolojinin birleştirilmesiyle ilgili yapılan çalışmalar bu kısımda özetlenecektir.

A.B.D'de toplumun eleştirel düşünmeye karşı giderek artan ihtiyacı dolayısıyla NCTM (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi) problem çözmeyi güçlü bir vurguyla ortaya koydu (NCTM, 1989). Bilgisayar cebir sistemlerini veya grafiksel hesap makinesini problem çözmede bir araya getirebilmek için; öğrencilere sunulan bilgi analiz metodlarında öğretmenler daha hassas olmalı ve yüksek seviyede eleştirel düşünme yeteneklerini gösterebilmelidirler.

NCTM'ye göre Genel Matematik dersi sayesinde lise öğrencileri aşağıdaki yetenekleri edinmelidir (1987);

- Öğrenciler, analiz konuları üzerinde sayısal ve grafiksel olarak informal keşifler yapabilmeli,
- Her öğrenci bir grafiğin maksimum ve minimum noktalarını belirleyebilmeli,
- Problem durumlarındaki sonuçları yorumlayabilmeli,
- Limit kavramını araştırabilmeli,
- Sonsuz dizi ve seri kavramlarını irdeleyerek eğri altında kalan alanı araştırabilmeli,

Ayrıca üniversiteye gidecek öğrenciler;

- Limit kavramını,
- Eğri altında kalan alanı,
- Değişim oranını,
- Teğet doğrusu eğiminin kavramsal temellerini anlamalı ve
- Polinom, rasyonel, köklü ve transandantal fonksiyonların grafiklerini analiz edebilmelidir.

Matematik dersinde öğrencilerin öğrenmekte zorlandığı ve kavram yanılgılarına düştükleri konulardan birisi de fonksiyonlar konusudur. Literatürde fonksiyonlar konusunun cebir müfredatı için çok önemli olduğu ve matematik için önemli kavramları içerdiğine dair yapılan pek çok çalışma bulmak mümkündür (Dubinsky, 1992; NCTM, 1989). Yine yapılan bazı çalışmalarda, fonksiyon kavramın oldukça karmaşık ve soyut düzeyde olduğunu, öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri, problem çözümlerinde fonksiyon kavramını unuttukları, göz ardı ettikleri veya bilgilerini uygulamaya geçirmede zorlandıkları ortaya çıkmaktadır (Kieran, 1990; Dreyfus, 1990; Tall & Winner, 1981).

Genel Matematik kavramlarını ve bu kavramların başka alanlara nasıl uygulanabileceğini anlamak için cebirsel alt yapının da olması gereklidir. Genel Matematik derslerinde öğrencilerin başarılı olamamalarının bir nedeni de fonksiyon kavramı, cebirsel işlemler ve geometrik yorumlama anlamında zayıf bir matematik alt yapıya sahip olmalarıdır (Douglas, 1986; Ferini-Mundy ve Graham, 1991). Öğrencilerin yaşadıkları bu zorlukların bir sonucu olarak, öğrenciler teknikleri ve işlemleri ezberleyerek Genel Matematik derslerine çalışırlar. Kavramlar üzerinde hiç durmazlar ya da çok az zaman ayırırlar (Ferini-Mundy ve Graham, 1991; Tall vd., 2004).

Tall (1996) Genel Matematiği anlamayı sağlamak için üç öğretim yaklaşımı belirlemiştir. İlki günlük yaşamda geçen genel matematiği anlama yaklaşımı, ikincisi ise sayısal, grafiksel, cebirsel gösterimleri içeren daha teorik bir yaklaşımdır. Üçüncü yaklaşım ise formal tanım-teorem-ispat yaklaşımıdır. Ülkemizde genel matematiğin öğretiminde uygulanan yaklaşım üçüncü yaklaşımdır. Üniversitelerimizdeki klasik eğitim anlayışı ile matematiğe bir gizem katılmaktadır. Bu yüzden bir çok temel kavram yüksek lisans ve hatta doktora seviyesinde yeni yeni gerçek anlamda kavranmaya başlanmaktadır. Bir bakıma öğrenciler kendi yetenek ve motivasyonlarının elverdiği ölçüde öğrenmektedirler. Bu durumla ilgili internetteki matematik forumlarındaki konuşmalar izlenebilir.

Yapılan birçok çalışma göstermiştir ki, değişik okul ve sınıf düzeylerinde öğrencilerin temel Cebir kavramları (cebirsel ifadelerin kullanımı, problem çözme, değişken, vb) anlama ile ilgili güçlükleri, ortak yanlışları ve yanılgıları vardır (Kieran, 1992; MacGregor & Stacey, 1993).

1. 8. 1 Değişken Kavramı

İnsanoğlunun bulduğu en önemli ilk kavram; varlıklar arası ilişkilerde karşılaştırma ihtiyacından doğan sayma ve daha sonra sayılarla işlem becerisidir. Sayıların nesnelerden bağımsız oluşu; gerektiğinde değişik nesne ya da olgulara karşılık gösterilerek durum ya da olayları açıklamaya yarayışı, matematiğin soyut yapısal özelliklerinin ortaya çıkışını ve modelleşmesini sağlamıştır. Örneğin,  → 2 veya {0 , 1}→2 dediğimizde artık 2 soyuttur. Aritmetiğin temel kavramı sayı kavramı iken, cebir ve bütün yüksek matematiğin temel kavramı değişken kavramıdır. Değişken kavramının anlaşılması, aritmetikten cebire geçişi ve ileri matematiğin anlamlı kullanımı için bir temel sağlar. Değişken kavramı matematikte tam olarak oraya çıkmasaydı bilgisayarların gelişmesini engelleyebilirdi. Rajaratnam, değişken kavramının bulunmasını, matematik tarihinin dönüm noktası olacak kadar önemli bir olay olarak nitelemektedir (Aktaran: Philipp, 1992b).

Schoenfeld ve Arcavi (1988) tarafından literatürden çıkarılan bazı değişken tanımları aşağıda verilmiştir:

1- a) Değerlerin belirlenmiş bir kümesi olarak kabul edilen bir nicelik

b) Matematik formüllerindeki yer tutucular (placeholder)

2- Tanım kümesi ve kümenin her bir elemanı, değişkenin bir değeridir.

a) Küme bir elemanlı ise değişken sabit hale gelir.

b) Matematiksel bir cümlede, birinci değişkenin değerine göre ikinci değişkenin değeri belirleniyorsa ilk değişken bağımsız değişken, ikinci değişken ise bağımlı değişken olarak isimlendirilir.

3- Değişkenler, genellikle harflerle gösterilirler. Belirli bir kümeye ait her bir elemanın yer alacağı boş bir uzay. İki amaçla kullanılırlar:

a) Kuralları ifade etmede,

b) Keyfi bir çok özel durum için sonucun bulunması ve değişken cinsinden ifade edilen problemlerin çözümleri.

4- Değişken, sayı rolünü üstlenen bir harf veya harflerin bir dizisidir. Herhangi bir özel bir durumda, özel bir sayının rolünü üstlenir. Buna değişkenin değeri denir ve bu değer zaman zaman değişebilir. Bir makineye atılan bir değer gibi düşünülebilir.

1. 8. 2 Fonksiyon Kavramı

Değişken için yukarıda yapılan tanmlardan yola çıkarsak 2. tanım fonksiyn kavramına başlangıçtaki sezgisel yaklaşım için kullanılabilir.

Bir denklemde x ve y gibi birbirleriyle bağlantılı olarak değişen sayılar değişken olarak adlandırılır. Birinin değeri, diğerine bağlı olduğunda birine, diğerinin fonksiyonudur denir.

Bir nicelik, değişen bir sayı değerine sahipse değişken, değişmeyen bir değere sahipse sabit olarak isimlendirilir. Örneğin, $x^2 + y^2 = r^2$ çember denkleminde x ve y 'ler değişkenler, r ise sabittir."

Tall (1995) ise matematikçilerin, "sembol mantığına" sahip olmalarından dolayı sembolleri kolay ve rahat bir şekilde kullandıklarını fakat öğrencilerin sembolleri yazmada ve anlamada sıkıntılarının olduğunu söylemektedir. Burada, harf sembollerin değişken olarak kullanılmasından doğan zorluklar da ortaya çıkmaktadır. Sabitler, parametreler ve değişkenler arasındaki fark öğrenciler tarafından hemen görülmeyebilir. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki soru verilebilir:

Aşağıdakilerden hangileri kuadratik (2. dereceden) fonksiyondur?

i. $f(x) = 7x^2 - 5x + 2$ (bir kuadratik fonksiyon)

ii. $f(x) = ax^2 + bx + c$ (eğer a, x'e eşit değilse veya a sıfır değilse veya b, x'e eşitse veya b sıfır ve c, x'e eşit ise bir kuadratik fonksiyon)

iii. $A = \frac{1}{2}\pi r^2$ (yarıçapı r olan bir dairenin alanı formulü denklem ve kuadratik bir fonksiyon olabilir)

iv. $E = mC^2$ (Sabitlenen bir ortamda C (ışık hızı) bir sabittir ve kütle m, sıklıkla sabitlenen bir parametre olarak görülür. Bu fonksiyon, C bir değişken olarak alınırsa bir denklem ve kuadratik bir fonksiyon olabilir)

v. $S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ (düşen bir nesnenin hızı için (dikey olarak) başlangıç hızı v_0, geçen zamanı t ve ivmesi a (yerçekimi kuvveti nedeniyle) ile formüle edilen bir denklemi göstermektedir. Burada v_0, genellikle sabitlenen parametreyi, a, bir sabiti (yer çekimine bağlı) ve t ve a, değişkeni götse-rirse bu denklem kuadratik olur. Eğer, a, t' ye veya sıfıra eşit değilse bu kuadratik fonksiyon olabilir)

Günümüzde, bazı sınırlamalar olmakla birlikte alfabenin başındaki harfler sabitleri, alfabenin sonundaki harfler ise değişkenleri temsil edecek şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

1. 8. 3 Yurtdışı İlgili Araştırmalar

Hofe (1998), öğrencilerin limit kavramı üzerinde yaşadıkları problemleri analiz ettiği çalışmasının sonucunda ana problemin;

1- Matematiksel içeriğin grafik ve aritmetik gösterimi,

2- işlem ve nesne,

3- Statik ve dinamik yorumlama,

4- sezgisel düşünceler ve dinamik yorum

şeklinde yaşandığını ve bu durumlara bir Genel Matematik dersinde önem verilmediğini dile getirmiştir.

Yapısal kavramın statik ve genelleyici olmasını dinamik hale getirmek için BCS'ye ihtiyaç vardır. Dubinsky ve arkadaşlarının (2000) yılında yaptıkları bilişsel süreci statik olmaktan çıkarmak için kullandıkları fonksiyon makinesi ile girdi – çıktı sürecinin izlenmesi de fonksiyonu değişik bir temsil olarak kullanımına BCS ile yeni bir bakış kazandırabiliriz.

Öğrenciler problemleri çözerken matematiksel temsiller arasında seçim yaparlar. Bu seçimle uygularlar ve dönüştürürler (NCTM 2000). Bir matematiksel ilişki aranırken kullanılacak düşünme yolları; kavram veya kuralın sözle, grafikle, tabloyla ya da cebirsel sembol olarak ifadesi gelmelidir (Radford 2001, Choike, 2000).

Monaghan, Tall ve Vinner'dan (1981) alıntıladığı gibi:

<u>"Matematiksel olarak aynı anlama gelen kelimeler, doğal kullanımlarında farklı anlamlara gelebilmektedir. Sonuç olarak, bu durum aynı matematiksel kavram için farklı kavram görüntüleri oluşmasına sebep olabilmektedir."</u>

Gerçek dünya matematiğinin incelenmesinde **sözle ifade etme, tablo ve grafik kullanma, cebirsel sembollerin** kullanılması önem arz eder. Öğrencilerin kendi kavramlarını tartışmaları ve keşfetmeleri gerekir. Matematiksel kelimelerin gündelik anlamlarının onları nasıl yanıltabileceğini de problem çözme sürecinde yaşantı yoluyla elde etmelerine fırsatlar sunulmalıdır.

Öğretmen adaylarının yetiştirilmesinde de bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, öğrenenler fonksiyonu ilkokul yıllarından başlayarak geniş bir yelpazede ele alırlar (koordinat düzlemi, bilinmeyen içeren denklemler, aritmetik dizilerde örüntüleri keşfetme, sıralı ikililer ve aralarındaki bağıntılar …). Çağdaş öğrenme ortamları bu şekilde zenginleştirilerek öğrencilerin kendi bilgileri ve bu bilgilerin paylaşımları ile de zenginleştirilmeleri gerekir.

Fonksiyon tasarımı matematik öğretiminde Genel Matematik ve Analiz derslerinin yapılandırılmasında en sık kullanılan kavramlardan birisidir (Yerushalmy and Schwarz, 1993). Fonksiyon kavramı işlem ve nesneler arasındaki çeşitli tanımların değişik anlatımlarla kullanılması kavramın sadece gücünü değil aynı zamanda yanlış anlamalarında anlaşılmasına fırsat verdi (Dubinsky and Harel, 1992; Sfard, 1992; Cuoco, 1994; Thompson, 1994).

Vinner (1983), fonsiyonu anlamak için kavramın görüntüsü ve tanımını kullandığı bir bilişsel süreç araştırdı. Kavramın görüntüsünü bireyin zihnindeki diagramlar, grafikler, sembolik biçimler vb. şeklinde bireyin sözlü olarak ifade edebileceği eksiksiz kavram tanımı olarak açıkladı.

Vinner'in geliştirdiği projeden yararlanarak Eraslan (2005), A.B.D'de ikinci derece fonksiyonların kazanımında ödüllü bir lise cebir sınıfından iki lise öğrencisi ile;

a) fonksiyonun görüntüsü ve tanımı,

b) ikinci dereceden fonksiyonların gösterimleri,

c) ikinci dereceden fonksiyonların tepe noktaları, simetri eksenleri, kökleri,

d) ikinci dereceden fonksiyonların formül, tablo ve grafik olarak açıklanması,

e) ikinci dereceden denklem çözümleri, kareye tamamlama ve kök bulma,

f) ikinci dereceden fonksiyonların gerçek hayatla ilgili problem çözümlerindeki kavram yanılgılarını öğrencilerle yaptığı klinik görüşmelerle değerlendirdi.

Almanya'da 1997 yıllarında başlayan Mobile Classroom projesine 5 okul katılmış, 11. sınıf öğrencileri (12 – 17 yaş) labtoplarla donatılmış ve final sınavına girinceye kadar bu proje çerçevesinde matematiği BCS –Maple desteği ile öğrenmişlerdir. Uygulama ve gerçek hayat problemlerine ilişkin modeller fonksiyon kavramının çeşitli etkinliklerle uygulamalarını kapsıyordu. Projenin amacı; daha fazla uygulama ve modelleme çalışmalarıydı (Henn, 1998).

Avusturalya Araştırma Konseyi fonu ve University of Melbourne ve University of Ballarat ile birlikte yedi endüstri katılımcısının birlikte gerçekleştirdiği RITEMATHS adı ile anılan geniş kapsamlı bir proje başlatmıştır. Projenin adından da anlaşılacağı üzere matematik başarısını hedeflemektedir. (gerçek hayat problemler **(R) ve** enformasyon teknolojileri **(IT)** geliştirmek **(E)** öğrencilerin çalışmalarını matematik başarısı için **(MATHS)**. Proje 2004 – 2006 yıllarında gerçekleştirilmiştir (Stacey, 2004).

Matematik dersi ile ilgili olarak, Dubinsky ve diğerleri, yapılandırmacı öğrenmenin sağlanabilmesi için **aksiyon** (aktivite), **proses** (process, işlem, süreç) ve **obje** (nesne) seviyelerinden oluşan bir model geliştirmişlerdir. Bu modele göre, yeni karşılaşılan matematiksel kavram ve sonuçlar, bireylerin fiziksel ve daha önceki deneyimleri sonucu oluşmuş zihinsel nesneleri kullanmaları yoluyla, aksiyon, süreç (işleme) ve nesne seviyelerinden geçer ve inşa edilir. Bu üç seviyenin ne anlama geldiğini Dubinsky ve diğerleri bir örnekle şu şekilde açıklamışlardır (Dubinsky ve diğ., 1996: 9–11):

Eğer öğrenci fonksiyon kavramını yapılandırmamışsa, fonksiyonlarla ilgili olan belirli noktalarda fonksiyonun değerlerini bulma, formül üzerinde değişik işlemleri bulmayı gerçekleştiremeyecektir. Bileşke fonksiyonlar, fonksiyonların tanım ve değer kümeleri, tersleri ve bir diferansiyel denklemin çözümünün bir fonksiyon olması gibi konularda, temel fonksiyon işlemlerinin yapılabildiği seviye olan aksiyon seviyesinden öteye gidemeyecektir. Proses (süreç, işlem) seviyesinde öğrenci, fonksiyonu, belli giriş (input) değerleri (bağımsız değişken değerleri) üzerinde işlem yapıp bir çıkış değeri (bağımlı değerleri) verebilen bir işlem olarak görür. Buradan fonksiyonlar üzerinde toplama, çıkarma, anlaması zor olan fonksiyonlarla kümeler oluşturabilme gibi ileri işlemlerin yapıldığı obje (object, nesne) seviyesine ulaşılır. Bu seviyede öğrenci bu kavramı bir bütün olarak görür ve bu bütün içinde fonksiyonlar üzerinde dönüşümler yapıp daha karmaşık yapılara ulaşabilir. Bu üst seviyeye ulaşabilme için Dubinsky ve arkadaşları üç bileşen sunmuşlardır: **Aktiviteler, sınıf içi tartışmalar ve alıştırmalar.** Öğrenciler önce bilgisayar laboratuarında gruplar halinde uzun aktivitelere katılır, daha sonra sınıfta geliştirilecek matematik problemleriyle karşılaşırlar. Sınıf içi tartışmada, öğretmen çeşitli tanım ve açıklamalar yapar, öğrencilerin düşüncelerini birbirine bağlayacak şekilde özet bilgiler verir. Daha sonra tartışılan konuyla ilgili bunların ötesine giden ödevler verilir. Ödev ve laboratuar alıştırmaları vermekteki amaç; inşa edilen kavramları güçlendirmek, öğrenilen şeyin kullanılabilmesini sağlamak ve daha sonra çalışılacak durumlar için düşünmeye başlama yeterliliklerini kazandırmaktır.

Bu model, seviye olarak belli bir matematik kültürüne sahip lise ve sonrası öğrenciler için geliştirilmiştir. Buradaki yaklaşım daha önceki sınıflara (ortaöğretime, ilköğretime) da uyarlanabilir.

Confrey ve arkadaşları tarafından geliştirilen bir bilgisayar yazılımı ile fonksiyon kavramının elde edilmesiyle ilgili çalışmada da tablo kullanımının ihmal edildiği yönündedir (Confrey, 1992, Confrey ve Smirth, 1994).

Üniversiteye başlayan öğrenciler, matematiksel nesneleri özelliklerini düşünerek tanımlayabilirler. Öğrencilerin bir matematiksel nesneyi nasıl anladıkları günümüzün problemlerindendir. Bu durum matematiksel nesnelerin açıklanmasında sembol ve kelimelerin kullanılması, diyagram, tablo veya grafiğin kullanılmayışıyla kendi gösterir. (Tall, 1995, Ganter, 2001)

A. Darien Lauten, Karen Graham ve Joan Ferrini-Mundy birer saatlik iki klinik görüşme yönetmiştir (1994). Bu görüşmeler, ikisi bir lisede ileri seviye Genel Matematik dersi alan, üçü de bir üniversitede ilk dönem Genel Matematik dersi görmekte olan 5 öğrenci ile yapılmıştır.

Lauten ve diğerleri, çalışmalarının amacını:

(a) öğrencilerin, fonksiyon ve limit kavramlarındaki anlayışlarını ve kavram görünümleri incelemek;

(b) bu kavramsal alanlardaki anlayışın birbirleri ile nasıl ilişkili olduğunu keşfetmek;

(c) öğrencilerin grafik hesap makinelerini kullanmadaki eğilimlerine dikkat etmek;

(d) öğrencilerin problem çözme yollarının ve anlayışlarının teknolojiden nasıl etkilendiğini belirlemek olarak ifade etmişlerdir.

Carl Leinbach (2005) çeşitli matematiksel kavramlardaki parametrelerin nasıl yorumlanması gerektiğini BCS yardımı ile grafiksel gösterimler de kullanarak açıklamıştır. Leinbach, BCS'nin öğretimde kullanılması ile sadece nasıl öğrettiğimizi değil öğretim esnasında nelere önem vermemiz gerektiğinin de değiştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır (2005).

Leinbach'a göre, "Öğrencilerin işlemlere fonksiyon gibi bakabilmeye ve fonksiyon ile ilişkilendirilen parametreler açısından işlemin davranışını ve niteliğini yorumlamaya ihtiyaçları vardır." Leinbach bunu başarabilmek için BCS'nin etkili olduğunu savunmaktadır.

Mayes (1995), sınıfta bir sunum programı olarak Derive kullandığı bir uygulama gerçekleştirmiştir. Bu uygulamada geleneksel öğretim ortamında yer alan öğrencilerle Derive kullanan öğrencileri kolej cebiri düzeyinde karşılaştırmaktadır. Uygulama sonunda Derive kullanan öğrencilerin görselleştirme, problem çözme ve tümevarımsal muhakemede daha yüksek performans gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Akt: Isiksal, M; Aşkar, P; 2005).

Yapılan bu çalışmaları da göz önünde bulundurarak;

Fonksiyon kavramı basamaklandırmaya gidildi. Bunlar sırasıyla şöyle gerçekleştirildi.

1- Bir nesnenin değişiminden yola çıkarak değişkenin ve değişkenin kullanılarak oluşturduğu bir formül, denklemin ortaya çıkışı,

2- Faaliyetlerin uygulandığı nesneden yola çıkarak, bu formülü oluşturan değerlerin tablo ile gösterilmesi,

3- Grafiğin yapılandırılması, ötelemeler,

4- Faaliyetlerin uygulandığı nesneden yola çıkılarak tanım kümesi ve değer kümesi olacak şekilde formal tanıma ulaşılması,

5- Gerçek hayat durumlarında bu yapının kullandırılması.

1. 8. 4 Türkiye'de fonksiyon kavramı üzerinde yapılan araştırmalar

Son yirmi yılda, özellikle matematik ve fen, genelde öğretmenlerin hizmet öncesi eğitiminin artan öneminin farkına varıldı. Bu konuda, Türk Milli Eğitimi içinde mevcut durumu iyileştirmek ve geliştirmek için Dünya Bankası Projesi faaliyette bulundu (Bell &Baki, 1997). Bu projenin amacı iki konuyu kapsıyordu.

– Öğretmen adaylarına hesap makinesi ve bilgisayar kullanımı için uygun olanaklar sağlamak,

– Kavramları anlamaları ve gerçek hayattaki çeşitli matematik uygulamaları tanımaları için öğrencilere gerekli donanımı sağlamak.

Dedeoğlu (2004) çalışmasında "Matematikçilerin, fonksiyon kavramını sembolik (sembolic) cebirin gelişimine katkıda bulunan en önemli kavram olarak kabul ettiklerini" belirtmektedir

Erbaş (2000) 'ın bu konudaki Türkiye'de lise 1. sınıf öğrencileri ile eşitlik ve denklem yanılgılarını teşhis amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada da düşük başarı seviyesindeki okullarda ve öğrencilerde yapılan hatalar daha çok yanlış kural kullanmalar odaklı iken, orta ve yüksek başarı seviyesinde hataların daha çok aritmetiksel veya işlemsel olduğu ortaya çıkmaktadır.

Öztekin (2001) çalışmasında, matematik müfredatından $y=ax+b$ ve $y=ax^2+bx+c$ şeklindeki fonksiyonların grafikleri konusu seçilerek Excel yazılımında bilgisayar destekli matematik öğretimi materyali geliştirmiştir. Bu materyal, önce bilgisayar uzmanlarına tanıtılmıştır. Bilgisayar uzmanları, materyali teknik özellikleri açısından değerlendirmişlerdir. Daha sonra, hazırlanan materyal hizmet içi kurs şeklinde 15 öğretmene tanıtılmıştır. BDMÖ materyalinin birinci ve ikinci dereceden fonksiyonların grafiği konusunun gerçek sınıf ortamlarında kullanılabilirliğinin sınırlarının neler olabileceği öğretmenler ile tartışılmıştır. Kursa katılan öğretmenlerin hepsi, kendilerine tanıtılan örnek BDMÖ materyalini derslerinde kullanmak istediklerini ve bu materyalin öğrencilerin sıkıcı ve zor bir ders olarak gördükleri matematik dersini eğlenceli hale getirebileceğini ve öğrencilerin derse olan ilgilerini artırabileceğini; görerek ve deneme yanılma yoluyla çalıştıkları için onlarda kalıcı bilgiler oluşmasını sağlayabileceğini; öğrencileri konu üzerinde düşünmeye, araştırma yapmaya ve bulduğu sonuç üzerinde yorum yapmaya yöneltebileceğini söylemişlerdir.

Akkoç (2001), araştırmasında matematiğin önemli kavramlarından fonksiyon kavramının çoklu temsillerinin (küme eşlemesi diyagramı, sıralı ikililer kümesi, grafik ve cebirsel formül) öğrencilerin zihninde çağrıştırdığı kavram görüntülerini incelemiştir. Çoklu temsillerin oluşturduğu kavram görüntüleri oynadıkları *prototip* ve *örneklem* rolleri açısından irdelenmiştir. Çalışmada, 114 lise 3. sınıf öğrencisine dağıtılan anketlerin sonuçlarına göre teorik örnekleme yöntemi ile seçilen 9 öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış. Bu görüşmelerde öğrencilerden çeşitli temsillerin fonksiyon olup olmadığı hakkında yüksek sesle düşünmeleri istenmiştir. Görüşmelerin çözümlemeleri göstermiştir ki küme eşlemesi diyagramı prototip rolü oynayarak tanımsal özelliklere daha yakın kavram görüntüleri çağrıştırmıştır. Grafik ve cebirsel temsiller ise tanımdan ziyade özel örnekleri (örneklem demetlerini) çağrıştırmıştır.

Soylu (2001), değişken kavramını Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında okuyan 70 ikinci sınıf öğrencisi üzerinde araştırdı. Değişken kavramının öğrenciler tarafından genelde soyut, yaşamla ilgisi olmayan bir kavram olarak görülmekte olduğunu bunun ise kavrama karşı olumsuz tutumların gelişmesini ve genel bir başarısızlık sonucunu getirdiğini açıklamaktadır. Problemin değişken kavramının gösteriminde kullanılan harf sembollerinin, farklı kullanımlarından kaynaklandığını ifade etmektedir. Bunu da bulunduğu matematiksel içeriğe ve bu içerikte yüklendiği göreve göre, değişken kavramının tanımında da değişikliklere atfetmektedir. Kavramın kullanılışında yetersizlik ve eksiklik görmektedir.

BÖLÜM 2

ARAŞTIRMANIN TASARIMI VE YÖNETİMİ

Bogdan ve Taylor (1975), eğitimsel araştırmada iki ana teorik yaklaşım tanımlarlar: Pozitivist ve etnografik. Pozitivist yaklaşım davranışa ve bireysel ilişkilere sebep-sonuç ilişkileri olarak bakar. Etnografik yaklaşımda elde edilen bilgiye araştırmacılar ve katılımcılar arasındaki etkileşimin bir ürünü olarak bakılır. Bu nedenle eğitimsel etnografi okulu toplumdaki diğer kurumlar gibi kabul eder ve esas olan okul deneyiminde teorilerin açığa çıkması ve anlaşılabilir olmasıdır

Bu araştırmada her iki durum kullanılmıştır.

Bu bölümde, araştırmanın modeli, örneklemi, veri toplama araçları, veri toplama süreci, deneysel çalışma süreci ve verilerin analiz yöntemlerine ait açıklamalara yer verilmiştir.

2. 1 ARAŞTIRMA MODELİ

2. 1. 1 Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada deneysel yöntem kullanılmıştır. Deneysel yöntem; bir araştırmada, değişkenleri (nicel olarak ölçülebilen ve farklı değerler alabilen özellikler) ölçebilmek ve bu değişkenler arasındaki sebep sonuç ilişkilerini ortaya çıkarmaktır.

Bütün deneysel araştırmaların temel özelliği bağımlı değişkende etkisi olan ancak araştırmalarda test edilemeyecek olan dışsal değişkenlerin kontrol edilmesi, deneysel işlemlerin yol açtığı varyansın artırılması ve gruplar içi varyansın azaltılmasıdır. Bu araştırmanın bağımsız değişkeni öğretim yöntemidir. Deney grubu "yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme", kontrol grubunda ise “Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı” öğretim yapılmıştır. Her iki grupta da aynı bağımlı değişkenler gözlenmiştir. Araştırmanın kapsamındaki bağımlı değişkenler; işlem becerisi, kavram bilgisi, problem çözme becerisi ve matematik tutum olarak dikkate alınmaktadır. Öğrencilerin tutumlarını ölçmek için likert tipi ölçekler kullanılmıştır. Öğrenci başarısını ölçmek için araştırmacı tarafından geliştirilen akademik başarı ölçeği kullanılacaktır. Deney ve kontrol gruplarında aynı bağımlı değişkenler gözlenecek ve bu değişkenlere ilişkin öntest ve sontest puanları alınarak, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar yapılacaktır.

Deneysel çalışmalarda öncelikli olarak test edilecek özelliğin, öğrenme ortamının ve öğrenci özelliklerinin gözden geçirilmesi gerekmektedir (Cobb ve diğerleri, 2003). Bu çalışmada, test edilecek özellikler çalışmanın amacına uygun olarak belirlenmiş, öğrenme ortamı konulara ve derse uygun olarak düzenlenerek uygulama gerçekleştirilmiştir.

2. 1. 2 Araştırma Deseni

Araştırmada iki grup oluşturulmuştur. Bu gruplar üzerinde öğretim öncesinde ve sonrasında ölçümler uygulanmıştır. Araştırma problemlerine cevap aramak amacı ile hem gruplar arası hem de grup içi karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, araştırma deseni tablo 2.1'de görüldüğü gibi çok denekli ve çok faktörlü desenlerden karışık desene göre yapılandırılmıştır (Büyüköztürk, 2001).

Tablo 2. 1 .Araştırmanın *Deney Deseni*

Gruplar	**Ön Ölçüm**	**Öğrenme Ortamı**	**Son Ölçüm**
G_{BCS} **Deney**	→ Tutum Ölçeği	Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme ortamı	→ Tutum Ölçeği → Son test (Fonksiyon Başarı Testi)
G_{K} **Kontrol**	→ Tutum Ölçeği	Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme ortamı	→ Tutum Ölçeği → Son test (Fonksiyon Başarı Testi)

Tablo 2.1'de ayrıntılı olarak açıklanan deney deseninde;

Kontrol grubu, G_{K} Yapılandırmacı öğrenim prensiplerine göre tasarlanan öğrenme ortamını,

Deney grubu, G_{BCS}, BCS desteğinden yararlanan yapılandırmacı öğrenme prensiplerinin kullanıldığı öğrenme ortamını temsil etmektedir.

Tabloda adı geçen ölçme araçları takip eden bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2. 2 ARAŞTIRMA GRUBU

Araştırmanın uygulama grubunu, 2006–2007 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı 1. Sınıfına devam eden 30 öğrenci teşkil etmektedir.

2. 2. 1 Araştırma Grubunun Belirlenmesi

Bu öğrenciler yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemine göre matematik eğitiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ve yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencileri olarak düşünülmüşler ve bu gruplar "grup–1 Deney" ve "grup–2 Kontrol" grupları olarak atanmıştır.

Bu grupların homojenliği MÖTÖ (Matematik Ön Tutum Ölçeği) ile de sağlanmıştır.

Tablo 2. 2'de BCS destekli yapılandırmacı yaklaşımın kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerle, yapılandırmacı yaklaşımın kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin cinsiyetlerine göre dağılımları da yer almaktadır. Deney grubunda 9 kız ve 6 erkek olmak üzere 15 öğrenci, kontrol grubunda ise 8 kız ve 7 erkek olmak üzere 15 öğrenci yer almıştır.

2006–2007 eğitim-öğretim yılı güz döneminde, birinci sınıfta okuyan öğrenciler, dönemin başlangıcında rastgele gruplara atanmışlar ve bu grupların dağılımının normalliği incelenmiştir. Araştırma grubundaki öğrencilerin cinsiyet dağılımları için özel bir tedbir alınmamıştır. Gruplar oluşturulduktan sonra gözlemlenen cinsiyet dağılımı aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 2. 2* Gruplardaki *Öğrencilerin Cinsiyet Dağılımları

	DENEY **YAPILANDIRMACI + BCS**	KONTROL **YAPILANDIRMACI**	Toplam
Kız	9	8	17
Erkek	6	7	13
Toplam	15	15	30

2. 3 VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada, aşağıda tanımlanan araçlar yardımı ile çeşitli nicel ve nitel veriler elde edilmiştir.

2. 3. 1 Tutum Ölçeği

Uygulanan tutum ölçeği Kabaca (2006) tarafından geliştirilmiş, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu tutum ölçeği üzerinde iki farklı kurumdan dört matematik eğitimcisi 124 öğretmen adayı üzerinde güvenirlik ve geçerlik çalışmasını tekrarlamışlardır.

Bu ölçeğin madde analizi ve faktör analizi sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Tablo 4. 3 göstermektedir ki, tutum ölçeğindeki 26 maddenin madde toplam korelasyonları 0,433 ile 0,729 arasında değişmektedir. Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı ise 0,934'tür.

Tablo 2. 3. Tutum Ölçeğinin Madde Analizi ve Faktör Analizi Sonuçları

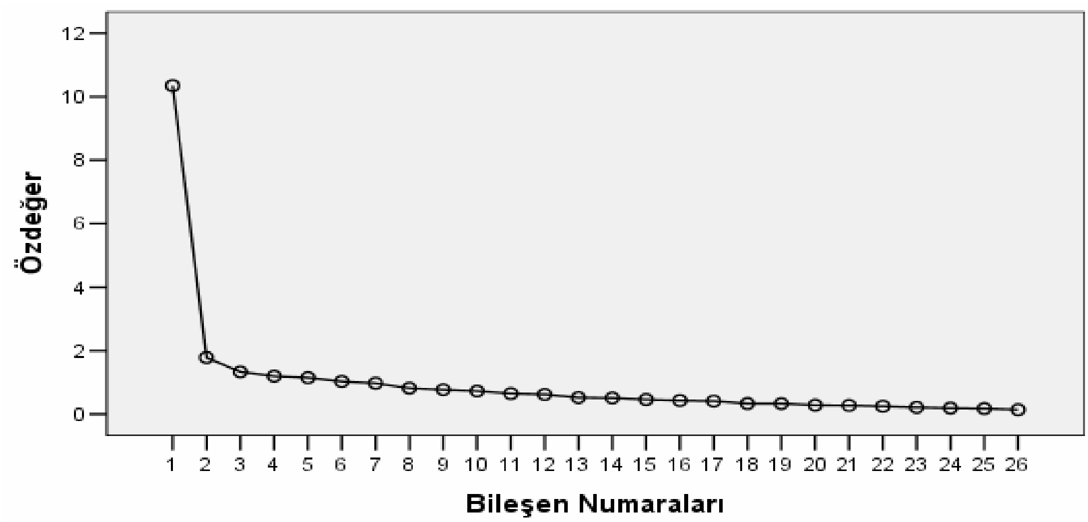
Madde No	Madde Toplam Korelasyonu	Birinci Faktör Yük Değeri
1	,690	,600
2	,361	,767
3	,568	,635
4	,585	,591
5	,585	,731
6	,529	,803
7	,756	,681
8	,580	,546
9	,529	,730
10	,524	,577
11	,579	,606
12	,479	,643
13	,242	,724
14	,528	,589
15	,588	,481
16	,765	,711
17	,643	,761
18	,380	,516
19	,642	,647
20	,675	,698
21	,658	,689
22	,603	,620
23	,665	,694
24	,775	,772
25	,647	,543
26	,486	,503

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi, ilk 6 faktör toplam varyansın % 64.842'sini açıklamaktadır.

Ölçekteki 26 maddenin özdeğerlerini gösteren aşağıdaki şekilde, birinci faktörden sonra yüksek ivmeli bir düşüş gözlemlenmekte ve daha sonraki faktörlerde eğim sabit bir değer civarında seyretmektedir Birinci faktörün özdeğeri 10.34 iken ikinci faktörün özdeğeri 1.78'dir. Özdeğerlere ilişkin çizgi grafiğinde birinci faktörden sonra gözlenen ani düşme ve ilk iki faktörün özdeğerleri arasındaki fark, ölçeğin tek faktörlü olarak kabul edilebileceğini göstermektedir (Büyüköztürk, 2003). Tutum ölçeğinin ölçtüğü genel faktörün "öğrencilerin genel anlamda matematiğe yönelik tutumları" olduğu uzmanların görüşü ışığında kabul edilmiştir.

Şekil 2. 4 tutum ölçeğindeki 26 sorunun faktör analizi ile elde edilen özdeğerlerini göstermektedir. Birinci faktörden sonra yüksek ivmeli bir düşüş gözlemlenmekte ve daha sonraki faktörlerde eğim sabit bir değer civarında seyretmektedir. Bu durum ölçeğin genel bir faktöre sahip olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2003). Bu faktörün, öğrencilerin "Genel Matematik tutumları" olduğu, uzman görüşü de alınarak kabul edilmiştir.

Şekil 2. 1 Tutum Ölçeği Maddelerinin Özdeğerleri



Ayrıntılı tabloları eklerde verilmiş olan bu analiz neticesinde, tablo 2. 3' den de görülebileceği gibi tutum ölçeğinin güvenilirlik katsayısı .934 olarak hesaplanmıştır. Şekil 2. 1 tutum ölçeğindeki 26 sorunun faktör analizi ile elde edilen özdeğerlerini göstermektedir. Bu faktörün, öğrencilerin "Genel Matematik tutumları" olduğu, uzman görüşü alınarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak, araştırma da kullanılan tutum ölçeğinin güvenilir ve araştırmanın amacına yönelik geçerliliğe sahip olduğu söylenebilir.

Çalışmada (Bkz. **Ek1)** Likert Ölçeği kullanılmıştır. Tüm maddelerin 5 cevap seçeneği bulunmakta ve bu seçenekler "tamamen katılıyorum"'dan "kesinlikle katılmıyorum"'a 5 den 1'e kadar derecelendirilmiş durumdadır. Bunun yanı sıra, tekdüze bir cevaplama sırasını önlemek için, maddelerin 14 tanesi olumsuz, diğerleri de olumlu ifadeler içermektedir. Puanlama için olumsuz maddeler tersine çevrilmiştir.

26 maddeden oluşan ölçekte en yüksek tutum puanı 130'dur. Tutum ölçeği, Araştırmanın deneysel uygulama döneminin öncesinde ve sonrasında uygulanarak öğrencilerin öntutum ve son tutum puanları belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda öntutum ve sontutum puanlarının dağılımlarının normalliği incelenmiştir.

Tablo 2. 4. MÖTÖ ve MSTÖ Tutum Puanları Dağılımının Normalliğinin İncelenmesi Kolmogorov-Smirnov Test

	MÖTÖ	MSTÖ
N	30	30
Ortalama	110.93	115.13
Standart Dağılım	6.432	8.076
Kolmogorov-Smirnov Z	.747	.545
p	.632	.928

Yukarıdaki tablo göstermektedir ki, araştırma grubundaki öğrencilerin öntutum ve sontutum puanlarının dağılımı normal dağılıma uygundur. Buna göre tutum puanlarının istatistiksel analizinde parametrik testlerden yararlanılabilir.

2. 3. 2 Ölçme Değerlendirme ve Sınavlar

Öğrenmeyi bilişsel olarak açıklayan Bloom öğrenme düzeylerini bilme, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme şeklinde basamaklandırmıştır (Bloom, 1956).

Bu sınıflandırmaya benzer bir sınıflandırma, Smith ve arkadaşları tarafından matematik için özelleştirilerek aşağıdaki gibi önerilmiştir (1996, 1998).

Tablo 2. 5 Matematiksel Becerilerin Sınıflandırılması

A Grubu	B Grubu	C Grubu
• **Gerçek Bilgiyi çağırma**	• **Bilgi transferi, bilgiyi kullanma**	• **Kanıtlama ve yorumlama**
• **Prosedürleri kavrama**	• **Yeni durumlara uygulama**	• **İlişkileri tespit etme ve**
• **Prosedürlerin rutin kullanımı**		• **Değerlendirme yapma**

Malabar ve Pountney, araştırmalarında matematiksel yeteneklerin ayrıntılı bir sınıflandırmasına yer vermişlerdir (2000). Bu sınıflandırmada, yetenekler üç ana grupta toplanmıştır ve düşük dereceli yeteneklerden, yüksek dereceli yeteneklere doğru sırası ile işlemsel bilgi, kavramsal bilgiyi kullanma ve problem çözme becerisi olarak ele alınmıştır.

Bu amaçla Baki ve Kartal (1998) tarafından oluşturulan öğrencilerin bilgilerini işlemsel ve kavramsal bilgi bağlamında karakterize eden ölçek kullanılmıştır. Araştırmadaki sınav sorularının analizi ve öğrencilere kazandırılmak istenen bilişsel düzeylerin tanımlamaları için de A grubu (işlemsel), B grubu (kavramsal) ve C grubu (problem çözme) şeklinde aynı sınıflandırma göz önünde bulundurulmuştur.

Aşağıda bu ölçekte yer alan ölçütler ayrıntılı bir şekilde verilmiştir:

A- İşlemlerin Bilgisi

İşlem bilgisini karakterize eden davranışlar;

A1- İşlemleri adım adım yapma

A2- Önceden öğrenilen matematik bilgilerini (teorem, tanım, önerme, özellik ve bağıntı) bilgi düzeyinde kullanma.

A3- Cebirsel bağıntıyı kullanabilme ve temel işlemleri yürütebilme.

B- Kavramların Bilgisi

Arf (1996), "kavram yapılandırmanın nedeni şeyleri beynimize girecek kadar azaltmak, algıyı o şekilde ifade etmek" diye tarif eder.

Kavram bilgisini karakterize eden davranışlar;

B1 - Matematikteki temel kavramları ve bu kavramların anlamlarını bilme.

B2 - Sorunun özünü kavrayarak verilenle istenilen arasında mantıklı iliksi kurarak çözüm yolu bulma.

B3 - Önceden öğrenilen matematik bilgilerini (tanım, önerme ve teorem) kavrama ve uygulama düzeyinde kullanma.

B4 - Soruyu bir bütün olarak algılayarak verilen ipuçlarını yerinde ve doğru bir şekilde değerlendirme.

C- İşlem ve kavram bilgisini birlikte karakterize eden ölçütler

C1: Matematiğin dilini oluşturan sembol ve ifadeleri anlama, kullanma, yazma, kısaltma ve sadeleştirme.

C2: Problemi denkleme dönüştürüp denklemi çözme.

C3: Verilen bağıntıları kendi aralarında ilişkilendirerek başka bir bağıntıya dönüştürme.

C4: Çözüm sonucunda elde edilen sonucun mantıklılığını yorumlama.

D- Problem Çözme Becerisi

Problem çözme becerisini karakterize eden davranışlar;

D1 - Problemi alt ve basit basamaklara ayırma.

D2 - Karmaşık ve zor görünen bir probleme yardımcı olacak şekiller çizme veya genellemelerde bulunma.

D3 - Problemi verilen şekil ve grafikle eşleştirme.

D4 - Problemin özelliklerini ortaya koyarak problemi, bu özellikleri içeren bilgilerle eşleştirme.

2. 3. 3 Başarı Testi (Son Test)

Bu çalışmada ilk olarak, Genel Matematik dersi konularından ilk başlangıç konusu olan fonksiyon kavramı için geniş bir literatür taraması yapılmış ve çeşitli dergi ve kitaplarda yer alan etkinlikler ve örnekler incelenmiştir. Literatür taraması ve öğretim elemanlarının, öğretmenlerin görüşleri sonucunda bu konularını kapsayan ve öğrencilerin bu konuları ne derecede kavradıklarını anlamak amacı ile son test Sınavı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Bu sınav 16 sorudan oluşmuştur. Öğrencilere bu 16 soru yöneltilmiştir.

Hazırlanan bu sınav soruları ilköğretim matematik öğretmenliğinde okuyan “iyi”, “orta”, “zayıf” olarak belirtilen üç öğrenciye bire bir görüşmeler yapılarak yöneltilmiştir. Bu görüşmelerin amacı, öğrencilerin soruları anlamada karşılaştıkları zorlukları belirlemek, var olan kavram yanılgılarını tespit etmek ve bu sonuçlara göre ana çalışma için çalışma kağıtları hazırlamaktır.

Yapılan bu görüşmeler incelendiğinde; her 3 başarı seviyesindeki öğrencide ortak olarak; formal düzeyde

(1) tablo yapılandırma, çıkarma,

(2) grafik çizme,

(3) tablo ve grafikten yararlanarak fonksiyon ve denklem arasındaki bağlantıları kurabilme,

(4) denklem ve fonksiyonlara ait özellikleri, tablo ve grafik üzerinde kullanabilme,

(5) gerçek hayat problemlerini çözebilme,

konularında öğrenme eksikliklerinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Öğrencilerin fonksiyon kavramı hakkındaki bilişsel düzeylerinin belirlenmesi amacı hazırlanan sontest 16 klasik sınav sorusundan oluşmaktadır.

Son test sorularının konulara göre dağılımı;

Konular	Soru Sayısı
Denklem tanımı	7
Fonksiyon tanımı	13
Fonksiyon çeşitleri	8
Fonksiyonlarda tanım ve değer kümeleri	11
Tek, çift fonksiyonlar	2
Fonksiyonların tablosu, grafiği	10
Mutlak değer fonksiyonu	1
İkinci dereceden fonksiyon	4
polinom fonksiyon	2
Cebirsel fonksiyon	2
Rasyonel fonksiyon	1
Trigonometrik fonksiyonlar	4

Sontestte yer alan sorular, ölçtükleri matematiksel beceriye göre uzman görüşü ve "sontest puanlama ve cevap anahtarı" yardımı ile sınıflanmıştır (**Bkz Ek3**).

Tablo 2. 6 BT (sontest) Soru Sınıflandırması

	Bilişsel Sınıflandırma (Başarı Alt Boyutları)		
	A (İşlem)	**B (Kavram)**	**C (Problem Çözme)**
Son-test soru numaraları	**3, 4, 5, 8, 9**	**1, 2, 6, 10, 13, 15**	**7, 11, 12, 14, 16**

Sontest puan dağılımının da normal dağılıma uygun olduğu aşağıdaki tablodan anlaşılmaktadır. Buna göre sontest puanlarının analizinde de parametrik testlerden faydalanılabilir.

Tablo 2. 7 BT (Başarı testi - sontest) Puan Dağılımı Normalliğinin İncelenmesi

Kolmogorov – Smirnov Testi	
N	30
Başarı Testi (sontest) Ortalama	54.57
Standart Dağılım	13.538
Kolmogorov – Smirnov	.655
P	.785

Değerlendiricilere Karşı Tutarlılık: Değerlendiriciler-Arası Güvenirlik: Ölçü aracının uygulanması ve puanlanması, değerlendiricinin yorumunu gerektiriyorsa, değerlendiriciler-arası güvenirliğin hesaplanması gerekir. Bu amaçla, iki farklı değerlendiricinin aynı bireye aynı ölçü aracının uygulaması sonucunda elde edilen puanlar arasındaki uyuşma, istatistiksel analizlerle belirlenir. İki değerlendiricinin verdikleri puanlar arasındaki uyum için hesaplanan Pearson Correlation katsayısı .917 (n = 10 , p = .001)

2. 3. 4 Öğrencilerin Uygulama Hakkında Görüşleri

Bu çalışmanın bir diğer amacı da aday öğretmenlerin BCS'ne dayalı yapılandırmacı matematik öğrenme ve öğretme dersi ile nasıl bir etkileşim sağladıklarını anlamaktı. Bu amaçla BCS'ne dayalı bir ortamda katılımcıların ne gördükleri ve ne elde ettikleri hakkındaki görüşlerini anlatan aşağıdaki öz değerlendirme formları kullanıldı.

Adı soyadı: Nu:

1- Derse başlarken ve derste hissettiklerim..
2- Yapılan bu çalışmalarla ilgili değerlendirmelerim
3- Neleri iyi yaptınız neden?
4- Hangi konuda zorlandınız?
5- Matematiği yeniden gözden geçirmenizde bir yol gösterici olabildi mi?
6- Kuvvetli ve zayıf yönleriniz?
7- Hangi yönde kendinizi daha çok geliştirmek istiyorsunuz?
8- Daha sonraki çalışmalarda nelere dikkat etmek istersiniz?
9- Başka açıklamak istediğiniz durumlar varsa yazınız.

2. 4 Deneysel Çalışma Süreci

Bu kısımda araştırmacının deneysel çalışma sürecinde izlediği stratejiden bahsedilecektir. Türev konusu deney grubu öğrencilerine, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemi; kontrol grubu öğrencilerine yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim uygulanmıştır. Her iki grupta da aynı etkinlikler (Ek-4) kullanılmıştır fakat deney grubunda etkinlikler yapılırken BCS desteği kullanılmıştır.

Her iki grupta da öğrencilerin işbirliği grupları halinde öğretilmesi hedeflenen kavramları keşfetmelerine imkân verilmiştir. Öğrencilerin konuya dikkatini çekecek, öğrenecekleri matematiksel kavramın gerçek hayatta kullanımına ilişkin giriş etkinlikleri ile derslere başlanmıştır. Ayrıca matematiksel kavramların gerçek bağlamda oluşturulan problemlerdeki kullanımlarına yönelik çözüm arayarak öğrenmeleri hedeflenmiştir.

Araştırmadaki iki grubun birbirinden hangi noktalarda ayrıldığı aşağıdaki tablo yardımı ile özetlenmiş ve öğretim planı ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Şekil 2. 2 Gruplara göre öğretim ortamı

Çalışmalar	G_{BCS} **Deney**	G_K **Kontrol**
Çalışma yaprakları	+	+
İşbirliğine yönelik Grup Çalışması	+	+
Keşfetme Çalışmaları, çoklu gösterim	+	+
Problem çözme aktiviteleri	+	+
Gerçek hayat problemleri etkinlikleri	+	+
Flash ve Powerpoint sunumları	+	
Bilgisayar lab. (BCS ile buluşsal yöntemler)	+	

Tablo 2. 8 Öğretim Etkinlikleri

HAFTALAR		
I. HAFTA 18 - 23 EYLÜL 1 – 6 saat	**Öğretim Etkinlikleri**	• **Fonksiyonlar ve matematiksel modelleme** • Amaçlar • Bağıntılar, Denklem ve grafikleri • Koordinat düzlemi ve doğrular • Doğrunun incelenmesi • Doğru denklemleri (nokta eğim denklemi, eğim kesişim denklemi) • Fonksiyon kavramı • Bölgeler, aralıklar, Tanım kümesi, değer kümesi • Özel tanımlı fonksiyonlar (Birebir, içine, örten, monoton azalan, artan) • Daha genel denklemlerin Grafikleri • Kapalı, parametrik fonksiyonlar • Mutlak değer, tam değer fonksiyonu

2.. H A F T A 25 – 29 EYLÜL 1 – 6 saat	**Öğretim Etkinlikleri**	• Paraboller • Fonksiyonun grafiği • Düşey doğru testi • Fonksiyonun tersi • Polinom fonksiyonları • Bir polinom fonksiyonun tersi • Fonksiyonları birleştirme yolları (toplama, çarpma, bölme, çıkarma, bileşke alma) • Kuvvet fonksiyonları • Rasyonel fonksiyonlar • Fonksiyonları birbirlerinden ayıran özellikler • Cebirsel fonksiyonlar

3. H A F T A 2 – 6 EKİM 1 – 4 saat	**Öğretim Etkinlikleri**	• Trigonometrik fonksiyonlar • Sin (x) fonksiyonu • Cos (x) fonksiyonu • Tan (x) fonksiyonu • Cot (x) fonksiyonu ve sec (x), cosec(x) • Fonksiyonları birbirlerinden ayıran özellikler

Kontrol grubunda 3’er kişilik küçük işbirliği grupları oluşturulmuş ve dersin işlenişi hakkında bilgi verilmiştir.

Deney grubunda BCS desteği için Maple yazılımı kullanılmıştır ve bilgisayar laboratuarında oturma şekli düzenlendikten sonra 3’er kişilik küçük işbirliği grupları oluşturulmuş ve dersin işlenişi hakkında bilgi verilmiştir. Öğrenme etkinlikleri boyunca Maple yazılımı yoğun olarak kullanılacağından deney grubu öğrencilerinin en minimum seviyede de olsa Maple yazılımını kullanabilmeleri için öğrencilere 6 ders saati boyunca Maple yazılımının kullanımı anlatılmıştır. Bu kursta kullanılmak üzere temel düzeyde araştırmacı tarafından bir Maple kullanım kılavuzu hazırlanmıştır (Ek 4).

Bu araştırmanın deneysel kısmında bir öğrenme ortamının etkinliği incelenecektir. Bu öğrenme ortamının kuramsal çatısını daha önce ayrıntıları açıklanan yapılandırmacı kuram yapılandırmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin;

gruplar içerisinde,

- Öğretilmesi hedeflenen kavramlara tartışma – uzlaşma ve keşfederek ulaşma,
- Matematiksel kavramların gerçek bağlamda oluşturulan problemlerdeki kullanımlarına yönelik çözüm arama

hedeflenmiştir.

Bu öğretim modelinin matematiğin karakterine de uygun olduğu düşünülmektedir. Yapılandırmacı kuram ışığında ve matematiğin bir keşif olması karakterinden dolayı, herhangi bir kavramın sunumunda,

problem → keşfetme → hipotez → ispat → teorem

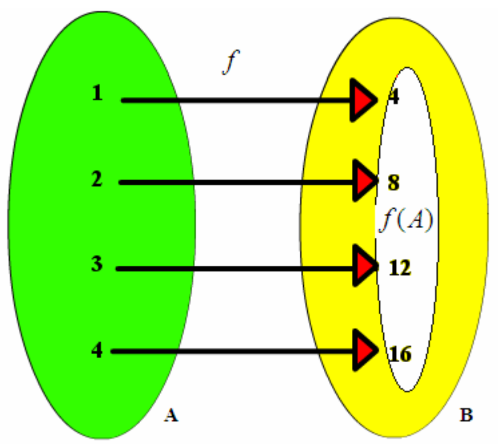
sıralamasının daha uygun olduğu ifade edilmektedir (Sugeng, 2003).

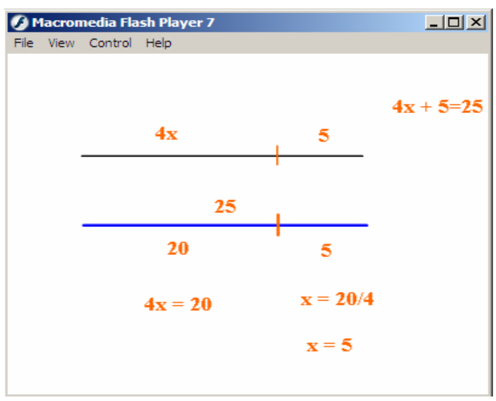
Bu durum Yapılandırmacılık + BCS içinde süreçte bu şekilde kullanılmıştır. Lisans düzeyindeki eğitimde kavramın informal tanımı yerine formal tanım kullanılabilmesi verilmeye çalışılmıştır. Çünkü formal tanımın sorgulanması ile kavram ve problem çözme anlayışında gelişme sağlanabilir.

Birbirine eşitte olabilen, boş kümeden farklı A ve B verildiğinde, A nın her elemanını B de <u>yalnız</u> <u>bir elemana</u> eşleyen A dan B ye f bağıntısına, A dan B ye fonksiyon denir ve $f: A \to B$ veya $A \xrightarrow{f} B$ şeklinde gösterilir.

$f: A \to B$ ve $(x, y) \in f$ ise $f: x \to y$ veya $f(x) = y$ şeklinde gösterilir ve x in f altındaki görüntüsü denir. Burada x elemanına bağımsız değişken, y ye ise bağımlı değişken denir. Tanım herkes tarafından biliniyor gibi olsa da tanımın tartışma – görüşmelerle yapılandırılması gerekir. Öğrenci bu keşfe yapılandırılmış etkinliklerle geçiş yapmıştır. Bu süreç zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2. 3 Flash Etkinlikleri

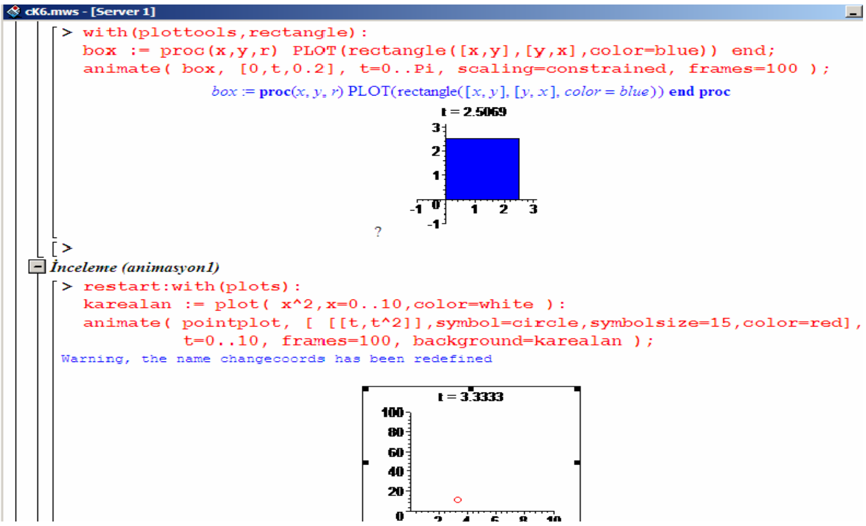




Bu çalışmada da hedef, öğrencinin bilgi epistemolojisini kendisinin yapılandırmasına fırsat sağlamaktır. Zaten yapılandırmacı kurama göre de öğrenme bu şekilde yapılandırılabilirse gerçekleşir.

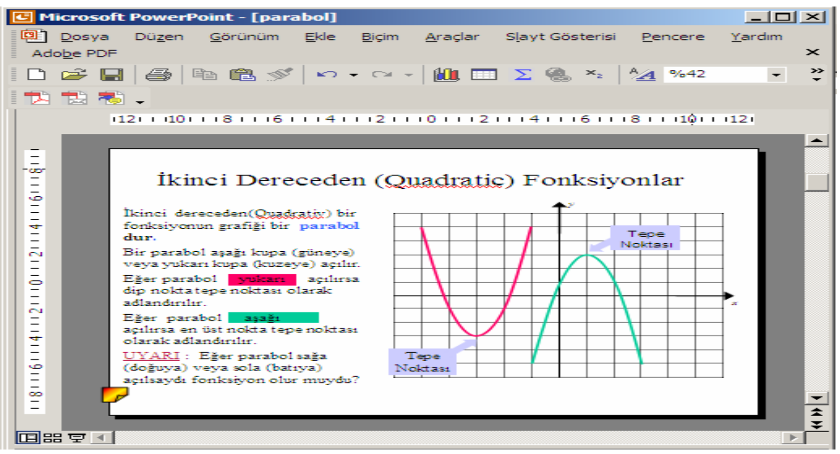
Deney grubu öğretmen adaylarının maple programını rahat bir biçimde kullanabilmeleri amacıyla, uygulama başlamadan önce öğrencilere 8 ders saati sürelik bilgisayar laboratuarında yapılandırmacı anlayışa uygun geştirilmiş çalışma yapraklarıyla sunulan bir maple kursu verilmiştir (**Bkz Ek5**). Süreç boyunca öğrencilerin soru sorma ve sorgulamaya yönelik becerilerinin arttırılması göz önünde bulundurulmuştur. Ders aşamasında da aynı şekilde yapılandırmacı anlayışa uygun hazırlanmış çalışma yaprakları ve maplet'lar kullanılmıştır.

Şekil 2. 4 İnteraktif Maple Etkinlikleri



Öğrenciler bu tartışmalar sırasında Yapılandırmacı + BCSgrupta Powerpoint sunumları da izlemişlerdir.

Şekil 2. 5 Powerpoint Sunumları



2. 5 Verilerin Analizi

Araştırma boyunca elde edilen veriler nitel ve nicel veriler olmak üzere iki farklı türde ele alınabilir. Her veri türü uygun teknikler ile değerlendirilmiştir. Bütün istatistik analizleri SPSS 15.0 paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

2. 5. 1 Nitel Verilerin Analizi

Nitel veriler, öğrencilerin, ikibuçuk hafta süren uygulama ile ilgili görüşlerini yansıtan dersin ilk ve son hafta bitiminde yazılı verdikleri öz değerlendirme formlarından elde edilmiştir.

2. 5. 1. 1 Öğrencilerin Uygulama Hakkındaki Görüşlerinin Değerlendirilmesinde Yöntem

Bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının Yapılandırmacı + BCSders deneyimleri etnografik bir yaklaşımla araştırıldı. Katılımcı günlüğü tekniği bu etnografik metodolojinin esaslarını oluşturdu. Bu model ders doğrultusunda öğretmen adaylarının görüşleri değerlendirildi.

Marx'la birlikte insan eyleminin bizatihi kendisi de, felsefede insanın temel nitelikleri arasına girer. Ünlü 11. Tezde, kendisini "onlar şimdiye kadar hep dünyayı yorumlamakla yetindiler; oysa asıl olan onu dönüştürmektir" diyerek önceki filozoflardan ayrılan Marx'la (1987) birlikte "teori" ve "pratik" önem kazanır. Bu duruma bir de teknoloji eklenir.

Etnografinin temeli antropolojiden gelmektedir. Etnografi (etnography) terimi, "etno (insan)" ve "graphy (betimlemek, tasvir etmek)" kelimelerinden oluşmaktadır.

Etnografi küçük örneklemlerle çalışmaktadır. Örneğin, fırsatçı örneklemde (opportunistic samples), daha zengin veri sunabilecek kişiler seçilmektedir veya yargısal örneklemde (judgemental samples), belirli bir alanda özel bilgiye sahip olabilecek kişiler aranabilmektedir. Bir etnografi araştırmacısının rastsal bir örnekleme ulaşması imkansıza yakındır. Ancak, etnografi araştırmacıları, sosyal davranışlara ilişkin "yoğun bir tanımlama" yapmaya çalışmaktadırlar. Bunu yaparken de, çok çeşitli ve karmaşık yapılarla karşılaşmaktadırlar. Bu karmaşa içinde araştırmacının düzen sağlayabilmesi için, genişlikten ziyade derinliğe; tahminden çok anlamaya odaklanması gerekmektedir. (Elliot ve Elliot 2003)

Hammersley'e göre etnografya bir sosyal sistemdeki kültürel çeşitlerin, renklerin bilimsel açıklamasıdır. (Hammersley, 1993). Etnograflar toplumların davranışlarını nasıl ifade ettiklerini kaydederler. Bu bağlamda Lutz'a göre etnografya toplumun ürünü ve üretimidir. (Lutz, 1981).

Alvesson ve Skoldberg, etnografik araştırmaları ikiye ayırmışlardır; tümevarımsal (inductive) ve yorumsamacı (interpretive). Tümevarımsal etnografi veriye önem verir ve iyi araştırma için yöntemlere odaklanır. Yorumsamacı etnografi ise, yorumlara önem verir. Aşağıda, bu yorumsamacı etnografi yöntemlerine yer verilmiştir; (Elliot ve Elliot 2003)

Katılımcı Gözlem (Participant observation). Etnografik yöntemler temelinde katılımcı gözlem yöntemini içermektedir. Bu yöntemde araştırmacı, topluluk hayatına doğrudan katılır, insanların gerçeklerini, onlarla konuşarak ve onları gözlemleyerek, doğrudan onlardan öğrenir. Gözleme katılım derecesine göre bu yöntemin farklı şekillerinden söz edilebilir; tamamı ile katılımcı, gözlemci olarak katılımcı, katılımcı olarak gözlemci ve tamamı ile gözlemci. Hammersly ve Atkinson, iki uçta kalan yöntemlerin toplanan bilginin kalitesi açısından sınırlı kalabileceğini, diğer iki yöntemin arasındaki farkın ise sorgulanabilir nitelikte olduğunu belirtmektedirler. İdeal yaklaşım, araştırmacının hedef kitle üstündeki etkisini en aza indirecek ve elde edilecek bilginin derinliğini en yükseğe çıkartacak şekilde olmalıdır. Bu yöntem, duruma göre gizli bir noktadan gözlem ile araştırmacının aktif bir katılımcı olarak hareket etmesine kadar geniş bir yelpazeden seçilebilecektir.

Bogdan ve Taylor(1975), eğitimsel araştırmada iki ana teorik yaklaşım tanımlarlar: Pozitivist ve etnografik. Pozitivist yaklaşım davranışa ve bireysel ilişkilere sebep-sonuç ilişkileri olarak bakar. Etnografik yaklaşımda elde edilen bilgiye araştırmacılar ve katılımcılar arasındaki etkileşimin bir ürünü olarak bakılır. Bu nedenle eğitimsel etnografi okulu toplumdaki diğer kurumlar gibi kabul eder ve esas olan okul deneyiminde teorilerin açığa çıkması ve anlaşılabilir olmasıdır.

Genellikle etnografik metodoloji kullanan araştırmanın çok geçerli olduğunu fakat az güvenilir olduğu söylenir. Hammersley'e göre her bir araştırmacının her bir durumu anlaması geçerlilikten çok kaliteli araştırma için gereklidir. Her zaman mümkündür ki değişik bakış açıları değişik fakat eşdeğer yorumlar olabilir. Pozitivist araştırmacıların kullandığı terminolojiye göre iç geçerlilik birisinin bulgularının doğrulukla eşlenmesine bağlıdır. Güvenilirlik birisinin bulgularının çoğaltılabilmesine endekslidir. Dış geçerlilik (Genelleştirme) birinin çalışmasının diğer durumlara uygulanabilirliğine bağlıdır. Araştırma bulguları değişik konulardaki tüm konumlara etnografik çalışma olarak genellendirilemez. Aslında bulgular değişik zamanlarda ve değişik konumlarda çalışan aynı gruplara bile uygulanamaz. Bir çok araştırmacı etnografik takdimin tarif edildiği gibi tekrar gözlenemeyeceğini söylerler. Araştırmacılar, katılımcılar, zaman ve şartlar değişmeye devam eder. Hiçbir araştırmacı bir diğerinin aynısı gibi araştırma yapamaz. (Hammersley, 1993).

Benzer şekilde, Brown, kaliteli bir araştırmada doğal ortamdaki katılımcıları araştıran ve gözlemleyen araştırmacı için güvenilirlik ve geçerlik katsayılarının olmadığını belirtir (Brown, 1988). Alanda araştırmacının bulunmasının rolünü belirterek, Hammersley, birçok kaliteli araştırmacının bireylerle doğal ortamda çalışmada sosyal statülerini kavramalarının anlamını görmektedir. Bu bağlamda ana araştırma aracı çalışma altındaki katılımcıyı elde etmeye çalışan araştırmacıdır (Hammersley, 1993).

Gözlem sırasında etnografik araştırmanının metodolojisi esnek ve açık olmasına rağmen araştırmanın önceden algıladıkları, kişiliği ve kafasında şekillenen problemler bir çok elemanı önemli kılıp diğerlerini atmaya yönlendirilebilir. Bu durumda çevrede neyin bulunacağının takdir eden ve ağırlıklı olarak güvenilecek bulgular katılan gözlemcinin seçimine bağlıdır. Diğer taraftan, araştırmacı bir teoriyi çok yakından takip ederse, daha önceden test edilmiş hipotezleri ve doğruları desteklemek için gözlemleri seçmede yanılabilir. Bu nedenle, araştırmacının kendi seçiciliğinden dolayı etnografik araştırmada objektif açıklamalar mümkün değildir. Üstelik etnografik veri vakumda bulunmaz ve araştırmacının etkisi tamamen giderilemez. (elimine edilemez), seçimleri etnografik araştırmadan çıkarılamaz.

Eisenhart, eğitimsel etnografinin yaygınlaşmasında, gelişen öğrenme ve öğretme modelleri ve bu modellerle etkileşen öğrencilerin açıklaması eğitim araştırmacıları için ana amaç olmaktadır. (Eisenhart, 1988). Böylece, yukarda adı geçen araştırmacılar sınıf içi çalışmaları hem araştırmacının hem de katılımcının araştırma çerçevesinde derin anlayışını sağlamak için subjektif deneyimlere girdiklerinden kanıt hale gelirler. Öğretmenler ve araştırmacılar evrende beraber çalışırlar, profesyonel çalışmalarını birlikte paylaşırlar ve sınıf fenomenini açıklayarak eğitimsel araştırmada gözle görülür bir şekilde ileri doğru giderler (Cobb, 1988).

Bu çalışmadaki araştırma metodu için araştırmamın sonuçları ile yukarıdaki araştırmacıların açıkladığı katılımcı gözleme dayalı araştırma alanının etnografik metodoloji arasında bir tutarlılık olduğunu gördüm. Amaç aday öğretmenleri Yapılandırmacı + BCSbir ortamda matematiği öğrenme ve öğretmede yeni deneyimler kazanacakları bir içerikle çalıştırmaktı. Araştırma alanına hem araştırmacıyı hem de katılımcıyı çekmekle, bir model içinde çalışmakla profesyonel fikirleri karşılıklı paylaşmak ve içerik hakkında etkinlikler ve katılımcıların deneyimleri hakkında açıklayıcı bilgiler elde edilebildi. Bunların hepsi bu çalışmadaki yöntemi oluşturur.

Bu anlamda çalışmanın bir diğer temel amacı da öğretmen adaylarının bilgisayara dayalı matematik öğrenme kursu ile nasıl bir etkileşim sağladıklarını anlamaktı.

Katılımcılar yapılandırmacı bir öğretmen olarak durumu, çalışmaları nasıl yapılandırdığımı gördüler. Grup çalışmaları ve içerikteki diyaloglarda iletişimi ve görüşmeleri yaşantı yoluyla elde ettiler.

Veriler, katılımcıların hafta bitiminde verdikleri öz değerlendirme fomlarıydı.

Bu kısımda öğrenci görüşlerinden yola çıkarak matematik öğrenme ve öğretme sürecinde Yapılandırmacılık + BCS;

- Kavram olarak,
- Uygulama olarak,
- Özne, nesne, bilgi ilişkisi,
- Öğreten, öğrenen, öğretilen
- dersin düzenlenmesi

bağlamında ele alınmış ve tartışılmışdır.

2. 5. 2 Nicel Verilerin Analizi

Nicel verileri elde etmek için: BCS'nin deneysel etkililiğini test etmek için tutum öçeği öntest puanları kontrol edilerek grupların sontest puanları ANCOVA ile test edildi.

Deney öncesinde ANCOVA'nın temel varsamlarından olan kontrol değişkeni ile bağımlı değişken arasında ilişkinin olması ve grupların kontrol değerlerinden bağımlı değişken olan regresyon dağılım doğrularının eğimlerinin eşitliği test edildi. İki ölçüm testi arasında r = 0 . 33 değerinde korelasyon hesaplandı.

Grupların regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğu bulundu,

$F(1.26) = 0.93$ $p > .05$

Bu sonuçlar ANCOVA'nın uygulanabileceğini göstermektedir (Büyüköztürk, 2001)

Araştırmanın deneysel uygulama sürecinin sonunda öğrencilerin bilgi düzeylerini yansıtan sınav uygulanmıştır. Grupların son testi oluşturan; problem çözme becerisi, kavramsal anlama, işlem becerisi alt test puanları bakımından farklılıkları ANCOVA ile test edilmiştir.

2. 6 Araştırmanın Geçerliliği

Bilginin gelişimine önemli katkılarda bulunabilmek için deneysel çalışmaların geçerli olması zorunludur. Campbell ve Stanley, deneysel çalışmaların geçerliliğini, iç geçerlilik ve dış geçerlilik olmak üzere ikiye ayırmıştır. Cook ve Campbell ise bunlara istatistiksel geçerliliği ve yapı geçerliliğini eklemişlerdir (Best ve Kahn, 1989; Borg, 1987). Bu araştırmanın geçerliği, iç ve dış geçerliği olmak üzere iki boyutta ele alınmıştır.

2. 6. 1 Araştırmanın İç Geçerliliği

Deneysel ve yarı deneysel araştırmalardan elde edilen sonuçların ne kadar geçerli olduğunun belirlenmesi gereklidir. Çünkü araştırma boyunca çeşitli dış etkenler araştırmayı etkileyebilir. Bir araştırmanın iç geçerliği, araştırmanın tasarımında, dış etkenlerin ne kadar kontrol edilebildiğini göstermesi bakımından önemlidir. Bu nedenle, araştırmanın iç geçerliği araştırmacı tarafından dışsal etkilerin ne kadar kontrol edilebildiğine bağlıdır. Eğer, araştırmacı tarafından dış etkenler kontrol edilemezse o zaman deney grubunda olabilecek değişikliklerin deneysel çalışmadan mı yoksa bazı dış etkenlerden mi olduğuna ilişkin sağlıklı bir karar verilemez. Bir araştırmanın iç geçerliğini olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülen faktörler göz önüne alınarak, bu araştırmanın iç geçerliğinin sağlanmasına yönelik yapılan çalışmalara aşağıda yer verilmiştir:

2. 6. 1. 1 Zaman

Deneysel çalışmanın, çok uzun bir zaman dilimini kapsayacak sekilde tasarlanması durumunda, öğrencilerin sıkılması ve öğretmenin öğretimine alışmaları gibi diğer faktörlerin devreye girmesi durumu ortaya çıkabilir. Bu araştırmadan elde edilecek bulguları etkileyebilir. Bu çalışma, ikibuçuk haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Bu süre ise deneysel çalışmalar için uygun bir süredir. Bundan dolayı araştırma süresince öğrencilerin diğer dış faktörlerin altında kalmadığı düşünülmektedir.

2. 6. 1. 2 Olgunlaşma

Deneysel çalışma süresince deneklerde biyolojik, zihinsel veya psikolojik değişmelerin olması durumudur. Araştırma süresince, deneklerde olabilecek bu tür değişimler, araştırmanın özelliğine göre önem kazanabilir ve araştırmayı etkileyebilir. Bu çalışma, ikibuçuk hafta (16 ders saati) bir sürede gerçekleştirildiğii için araştırmaya katılan öğrencilerde çok önemli biyolojik, zihinsel veya psikolojk bir gelişmenin olması durumu çok zordur. Genel Matematik dersinin bir yarıyıl (ondört hafta) olması ve araştırmanın bu durum içinde katkıda bulunacağı düşünülürse ders saati süresi uygundur.

2. 6. 1. 3 Testler

Eğitim alanında yapılan deneysel çalışmaların çogunda, deney ve kontrol gruplarına deneysel çalışmadan önce öntest, deneysel çalışma tamamlandıktan sonra da sontest verilir. Eğer, bu iki test benzer ise öğrenciler ön testten edindikleri aşinalık ve tecrübe sayesinde son testte bir gelişsme kaydedebilirler. Bu araştırmada sontest kontrol gruplu model kullanılmıştır. Öğretim yılının ilk açılışı ve 1. sınıf oldukları için öğrenciler iki ayrı gruba rasgele atanmışlardır. Uygulama sonunda uygulanan sonteste göre karar verilmiştir.

2. 6. 1. 4 Araç

Eğitimsel çalışmalarda, genellikle araştırmacıların standart testlerin alternatif formlarını, denk olmadıkları halde denk olduklarını düsünerek kullanmaları durumudur. Bu duruma, önteste denk olarak verilen son testin, önteste göre daha kolay olması örnek olarak verilebilir. Araştırmada sonuçlar sadece sonteste göre göre değerlendirilmiştir.

2. 6. 1. 5 İstatiksel Regresyon

Deneysel çalışmanın etkisinin belirlenmeye çalışıldığı çalışmalarda, öğrenmede görülen artışın istatistiksel regresyon nedeniyle olabileceği de dikkate alınmalıdır. Bu duruma örnek olarak, deneysel bir çalışmada araştırmaya alınan öğrencilerin ön testteki başarı düzeyleri çok düşük ise bu öğrencilerin ön testle aynı veya benzer tipteki bir testten deneysel bir çalışmaya gerek olmaksızın istatistiksel regresyon nedeniyle daha yüksek puan almaları gösterilebilir. Araştırmanın modelinin sontest kontrol gruplu model olması böyle bir ihtimali ortadan kaldırır.

2. 6. 1. 6 Fark gözeterek seçim

Deneysel çalışmalarda, kontrol ve deney gruplarının seçiminde bazen çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğrenciler deney grubunda yer alırlar. Bu durum ise deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre çalışmaya karşı daha duyarlı ve istekli olmalarına neden olabilir. Yansız atama ile bu durumdan kaçınılmıştır.

2. 6. 1. 7 Seçim-Olgunlasma Etkileşimi

Bir öğretim modelinin etkisinin belirlenmesi için tasarlanan bir çalışma için deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin farklı yaş düzeylerinden ve bölgeden seçilmesi durumudur. Bu çalışmaya katılan öğrenciler, aynı yaş düzeyinden (eğitim fakültesi 1. sınıf) ve aynı fakülteden seçildikleri için bölgesel/okul ve yaş farklılıklarından oluşabilecek değişikliklerin olması mümkün değildir.

2. 6. 1. 8 Deneysel Bitiş

Uzun süreli çalışmalarda, deneklerin zamanla başlangıçtaki canlılıklarından uzaklaşmaları durumudur. Bu araştırma, ikibuçuk haftada gerçekleştirildiği için her iki gruptaki öğrencilerin de deneysel çalışma süresince yıpranma oranlarının fazla yüksek olamayacağı düşünülmektedir.

2. 6. 1. 9 Araştırmacının Ön Yargısı

Araştırmacının, konuyla ilgili daha önceden yapılan araştırma sonuçlarını bilmesi durumudur. Araştırmacının sahip olduğu bu bilgi, objektifliğini etkileyebilir veya çalışmaya müdahaleler yapmasına neden olabilir. Bu araştırma süresince, araştırmacı tarafından araştırmanın seyrine herhangi bir müdahalede bulunulmamış ve konuyla ilgili literatür taramasından elde edilen sonuçların, araştırma bulgularını etkilemesine imkan verilmemiştir.

2. 6. 2 Araştırmanın Dış Geçerliği

Bir araştırmanın dış geçerliği, araştırmadan elde edilen sonuçların, farklı zaman dilimlerine, farklı koşullara ve farklı kişilere ne kadar genelleştirilebileceğini kapsar. Bu nedenle, araştırma sonuçlarının ne kadar uygulanabileceğini ve ne kadar genelleştirilebileceğini belirlemek için bölgesel koşullar ile araştırma koşulları arasında bir mukayesenin yapılması zorunludur. Bracht ve Glass, bölgesel bir çalışmadan elde edilen bulguların genelleştirilmesi durumunda, araştırmanın dış geçerliğine ait dikkate alınması gereken özellikleri belirlemişlerdir (Borg, 1987). Bu araştırmanın dış geçerliği bu ilkeler doğrultusunda incelenmiştir.

2. 6. 2. 1 Populasyon Geçerliği

Populasyon geçerliği, belirli bir örneklemden alınan sonuçların ne kadar genelleştirilebileceği durumunu belirler. Bu araştırmada populasyon geçerliği, iki aşamada değerlendirilmiştir. Bunlar sırasıyla, örneklem-hedeflenen populasyon uygunluğu ve öğrencilerin kişisel özellikleri.

a) Örneklem - Hedeflenen Populasyon Uygunluğu

Araştırmaya katılan öğrenciler bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi matematik öğretmenliği anabilim dalında okuyan öğrencilerdir. Araştırma grubu öğrencileri, sosyo-ekonomik durumları ülke şartlarına göre orta seviyede ve matematik başarıları yine ülkemiz şartlarında orta seviyede olan öğrencilerdir. Araştırma bulguları ve sonuçları bu tanıma uygun bir populasyona genelleştirilebilir.

b) Deneklerin Kişisel Özellikleri

Deneysel çalışmanın yapıldığı okuldaki öğrenciler kişisel özellikleri bakımından, kendi akranlarının sahip olması gereken genel özellikleri göstermektedirler.

2. 6. 2. 2 Çevre/Ortam Geçerliği

Çevre geçerliği, araştırma süresince var olan çevresel koşullar altında elde edilen sonuçların başka ortam ve şartlara ne kadar genelleştirilebileceğini gösterir. Bu noktada cevaplanması gereken iki soru vardır. Bunlar;

a) Araştırmanın yapıldığı ortam/çevre ile araştırma sonuçlarının genelleştirileceği ortam/çevre arasındaki benzerlik ne düzeydedir?

b) İki ortam/çevre arasında büyük farkların olması durumunda, bu farklar araştırma sonuçlarıyla nasıl ilişkilendirilebilir?

Bu araştırmanın çevre geçerliğinin sağlanmasına yönelik çalışmalar, yukarıda belirtilen sorular ışığında aşağıda verilmiştir:

a) Araştırmanın yapıldığı üniversite Batı Karadeniz'de bir il üniversitesidir. Araştırma sonuçları benzer nitelikteki üniversite ortamlarına genelleştirilebilir.

b) Eğer araştırma sonuçları daha büyük çapta düşünülmek istenirse bazı varsayımlar ışığında sonuçlar yeniden yorumlanmalıdır.

2. 6. 2. 3 Araştırma içi Değiş Tokuş

Bu durum, deneysel çalışmanın yapaylığı olarak da adlandırılabilir. Araştırmacılar, araştırmanın iç geçerliğini artırmak için normal sınıf ortamından farklı araştırma ortamları hazırlamaya çalışırlar. Bu durum ise normal eğitim ortamlarındaki araştırmaların avantajlarına karşı güçlü dış değişkenlerin kontrol altına alınmasına yol açtığı için araştırmanın dış geçerliğinin azalmasına neden olabilir. Bu araştırmanın iç geçerliğinin artırılması için dışsal etkenlerin kontrol altına alınmasına yönelik çalışmalar, araştırmanın iç geçerliğinin değerlendirilmesine yönelik daha önce yapılan yorumlardan da görülebileceği üzere mümkün olduğu kadar normal seyri içerisinde gerçekleştirilmeye çalışılmış ve araştırma ortamının yapay bir konuma gelmesi mümkün olduğu kadar engellenmeye çalışılmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE YORUM

Araştırma boyunca elde edilen nicel ve nitel veriler bu bölümde derlenmiştir. Öncelikle araştırma grubuna ait ön istatistiksel bilgiler verilmiştir. Daha sonra araştırmanın alt problemlerine ilişkin elde edilen bulgular sırasıyla incelenmiştir.

3. 1 Araştırma Grubu ile İlgili Ön Bilgiler

Araştırmaya katılan öğrencilere uygulanan ölçeklerden elde edilen verilere ait betimsel özellikler ve araştırmadaki iki grubun deneysel uygulama öncesinde denk olduklarını gösteren bulgular bu bölümde derlenmiştir.

3. 1. 1 Deneysel Uygulama Öncesi Grupların Denkliğinin incelenmesi

Uygulamada ele alınacak iki grubun matematik tutumları açısından denk olduklarını istatistiksel olarak belirlemek amacı ile gruplara uygulanan öntutum puanları ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı varyans analizi ile incelenmiştir.

Tablo 3. 1 MÖTÖ Tutum Puanları

Grup	N	Ortalama $\overline{X}$	Std. Sapma	Sd	t	p
Deney	15	111,07	6,497	28	-.112	.912
Kontrol	15	110,8	6,592			

Tablo 3. 1'de görüldügü gibi uygulamaya katılan iki grubun ön tutum puanları arasında da anlamlı bir fark yoktur ($p > .05$). Bu bulgu matematik tutumları açısından deney öncesinde grupların denk olduğunu göstermektedir.

3. 2 Deneysel Uygulama sonrası verilerin analizi

Araştırmanın problem ve alt problemlerine cevap aramak amacı ile Fonksiyon kavramı başarı testi (sontest) puanları tek bağımlı değişken olarak ele alınıp varyans analizi (ANOVA) ile ortalamalar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir.

3. 2. 1 Başarı Testi Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

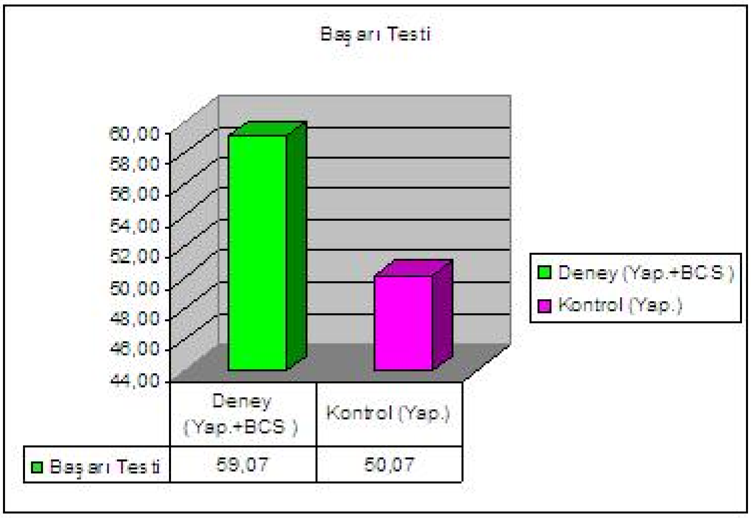
Deneysel uygulamanın sonunda grupların uygulanan BT (Başarı Testi - sontest)'ten aldıkları puanlara ait ortalamalar ve standart sapması tablo 3. 2'de verilmektedir.

Tablo 3. 2 BT (Başarı Testi - sontest) puanları gruplar arası karşılaştırma

Grup	Ortalama	Standart sapma	N
Deney grubu	59,07	14.543	15
Kontrol grubu	50,07	11.171	15

Yapılandırmacı öğretimin yanında maple programı desteğinden de yararlanan grubun son test ortalamasının yapılandırmacı öğrenim gören grubun ortalamasından 9.00 puan daha yüksek olduğu görülmektedir. Grupların Başarı Testindeki ortalama puanlarındaki değişim Şekil 3. 1'de gösterilmektedir.

Şekil 3. 1 BT (Başarı Testi - Sontest) puanları gruplar arası karşılaştırma



Grupların gözlenen puanları arasındaki farkın anlamlılığı için ilişkisiz gruplar varyans analizi yaplmıştır. Analiz sonuçları, deney grubu lehine gözlenen farkın $\alpha = .05$ düzeyinde anlamlı olmadığı bulunmuştur. F (1. 28) = 3. 61 , p = . 068; ancak etki büyüklüğü olarak hesaplanan eta – kare değeri $\eta^2 = .11$'dir.

Bulgular aşağıdaki araştırmalarla uyum içindedir diyebiliriz. BCS ile Genel Matematik dersine geometrik bir yaklaşım sağlanabilir. BCS kullanımı ile herhangi bir fonksiyonun görüntüsü tam olarak ortaya çıkartılarak grafik veya geometrik bir inceleme gerçekleştirilebilir. Charlene Beckmann (1988), Western Michigan Universitesinde dört ayrı Genel Matematik dersinin ilk yarıyıllarını değerlendirdi. Öğrencilerin grafik yaklaşımları kullandığı kursla geleneksel yaklaşımları kullandığı kursların beceri seviyesinde aynı kaldığını ama grafik yaklaşımları kullanan grubun Genel Matematik kavramları daha iyi anladığını ve kursu daha hoşlanarak tamamladıklarını belirledi.

BCS'nin kullanıldığı bir çok kursta görsel ve sayısal yaklaşımların geleneksel cebirsel yaklaşımlara katkı vermesinin gerektiği görüşü vurgulanmaktadır (Heid, 1984, 1988; Ostebee & Zorn, 1990; Brown, Porta, & Uhl, 1990a, 1990b, 1991a; Graves & Lopez, 1991; Muller, 1991; Small, 1991).

Donald Porzio (1994), Ohio State Universitesinde bir calculus kursunu 3 gruba ayırarak inceledi. Birinci grubu geleneksel olarak ele aldı. İkinci gruba grafik hesap makinesi kullandırdı. Üçüncü grubu ise Calculus&Mathematica oarak ele aldı. Calculus&Mathematica kullanan grubun grafiksel ve sembolik gösterimlerde diğer iki gruba göre daha iyi olduğunu buldu. Kyungmee Park (1993)'da Calculus&Mathematica kullanan öğrencilerin grafiksel ve sembolik gösterimlerin ilişkisini anlamada geleneksel sınıftaki öğrencilere göre daha iyi olduklarını, çoklu gösterim tekniklerinin öğrencilerin anlamalarını arttırdığını buldu.

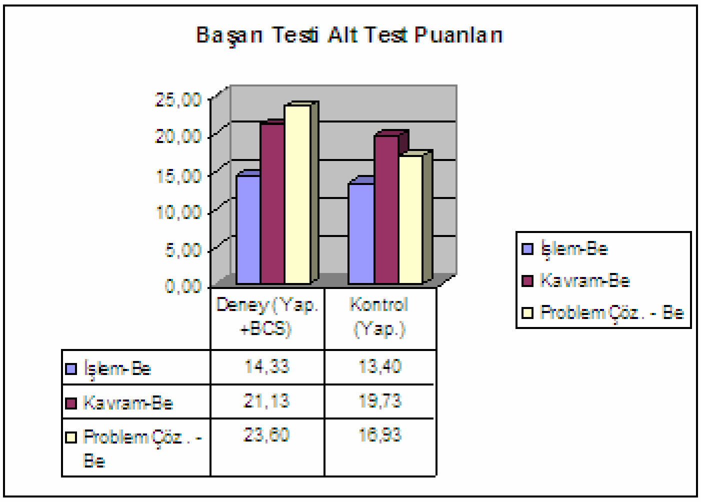
Ayrca bir çok kurslarda da öğrencilerin Genel Matematik kavramlarını kendi ifadeleri ile açıklamaları yönünde soruların sorulması ile ilgili olmalıdır denmektedir.

Bookman & Friedman (1994), MathCAD ve Derive kullanan grubun problem çözmede geleneksel gruba göre anlamlı bir başarı gösterdiğini buldu.

3. 2. 1. 1 Başarı Testi Puanlarının Alt Boyutlara Göre Karşılaştırılması

Grupların Başarı Testi işlem becerileri (A), kavramsal anlama düzeyleri (B) ve problem çözme becerileri (C) alt test puanları arasındaki farkların anlamlılığını test etmek için çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) uygulanmıştır. Grupların alt testlere göre ortalamalarındaki değişim Şekil 3. 2'de gösterilmiştir.

Şekil 3. 2 Grupların Başarı Test'ine göre aldıkları puanlar



Şekil 3. 2'de grupların işlem becerisi ve kavramsal anlama ortalamaları birbirine çok yakın olmasına rağmen problem çözme boyutu ortalamaları arasında Deney grubuna (Yap. + BCS) yönelik 4,40 puanlık bir fark vardır.

MANOVA sonuçları grupların ortalamalarında üç alt testin puanları arasında anlamlı fark olduğunu göstermiştir. $F(3.76) = 5.04$, $p < .01$. Grupların hangi alt testlerde farklılaştığını görmek için yapılan ANOVA sonuçları Tablo 3. 3'te verilmiştir.

İşlem becerisini ölçen sorulardaki başarıya bakıldığında her iki grubun ortalaması düşük düzeyde ve aralarında .93'luk bir fark oluşmuştur. Her iki grubun da içinde bulunduğu öğretim ortamı işlemsel beceri kazandırmaktan çok kavramsal anlama ve problem çözmeye yönelik becerilerini kazandırmayı hedeflediğinden böyle bir sonuç uygulamanın doğal sonuçlarından biri olarak görülebilir.

Her iki grubun da kavramsal anlama becerilerini ölçen sorularda tam puan 34 (otuzdört) üzerinden ortalamayı yakaladıkları düşünülebilir. Kavram becerisini ölçen sorulardaki başarıya bakıldığında her iki grubun ortalaması aralarında 2. 60'lük bir fark oluşmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı olmasada Yapılandırmacı + BCS grubun kavramsal anlamada bir gelişme içinde olduğunu düşünebiliriz.

Tablo 3. 3 BT (Başarı Testi - Sontest) puanlarının betimsel istatistikleri

	Grup	ortalama	standart sapma	F	p	Kısmi Eta Kare
Problem çözme	Deney(BCS + Yap)	23,60	4,356	14.57	,001	,342
	Kontrol(yap)	16,93	5,175			
Kavramsal anlama	Deney(BCS + Yap)	21,13	7,259	0.36	,553	,013
	Kontrol(yap)	19,73	5,378			
İşlem becerisi	Deney(BCS + Yap)	14,33	5,300	0.262	,613	,009
	Kontrol(yap)	13,40	4.672			

Tablo 3. 3 incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmektedir:

1. Grupların problem çözme becerileri arasında anlamlı fark vardır; F (1.28) = 14, 57 , p < .01 dir. Buna göre yapılandırmacı ortamda BCS desteki ders işleyen öğrencilerin problem çözme becerileri puanı sadece Yapılandırmacı öğrenim gören grubun puanına göre daha yüksektir.

2. Grupların kavramsal anlamaları arasındaki fark anlamlı değildir.

F (1.28) = 0. 36 , p > .05. Bu bulgu BCS uygulamasının, gruplar arasında kavramsal anlamaları bakımından bir fark yaratmamaktadır.

3. Grupların işlem becerileri arasındaki fark anlamlı değildir. F (1.28) = 0. 26 , p > .05. Bu durumda BCS uygulamasının, gruplar arasında işlem becerileri bakımından anlamlı bir fark yaratmamaktadır.

Grupların Başarı Testi'nin İşlemsel Beceri ve Kavramsal Anlama alt testi puanları arasında alamlı bir fark bulunmazken, Problem Çözme Becerisi alt testi puanları arasında BCS desteğinden yararlanan deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. BCS desteğinin öğrencilerin problem çözme becerisine olumlu yönde katkı sağladığı bu araştırmanın sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

MANOVA sonuçlarına göre, grupların işlem becerileri ve kavramsal anlamayı gerektiren sorularda birbirine yakın ortalamalara ulaştıkları halde ve problem çözme becerisini ölçen sorularda BCS desteğinden yararlanan deney grubu lehine bir farklılık olduğu görülmektedir. Problem çözme becerisini ölçen sorularda BCS desteğinden yararlanan deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. BCS desteğinin öğrencilerin problem çözme becerisine olumlu yönde katkı sağladığı bu araştırmanın sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Araştırmada problem çözme becerisini ölçen sorular 7, 11, 12, 14 ve 16. sorular olarak belirtilmişti. Aşağıdaki tabloda grupların bu sorulardan aldıkları puanlar toplamı gösterilmiştir.

	Grup 1	**Grup 2**
7. Soru	62	78
11. Soru	38	52
12. Soru	72	106
14. Soru	42	46
16. Soru	40	72

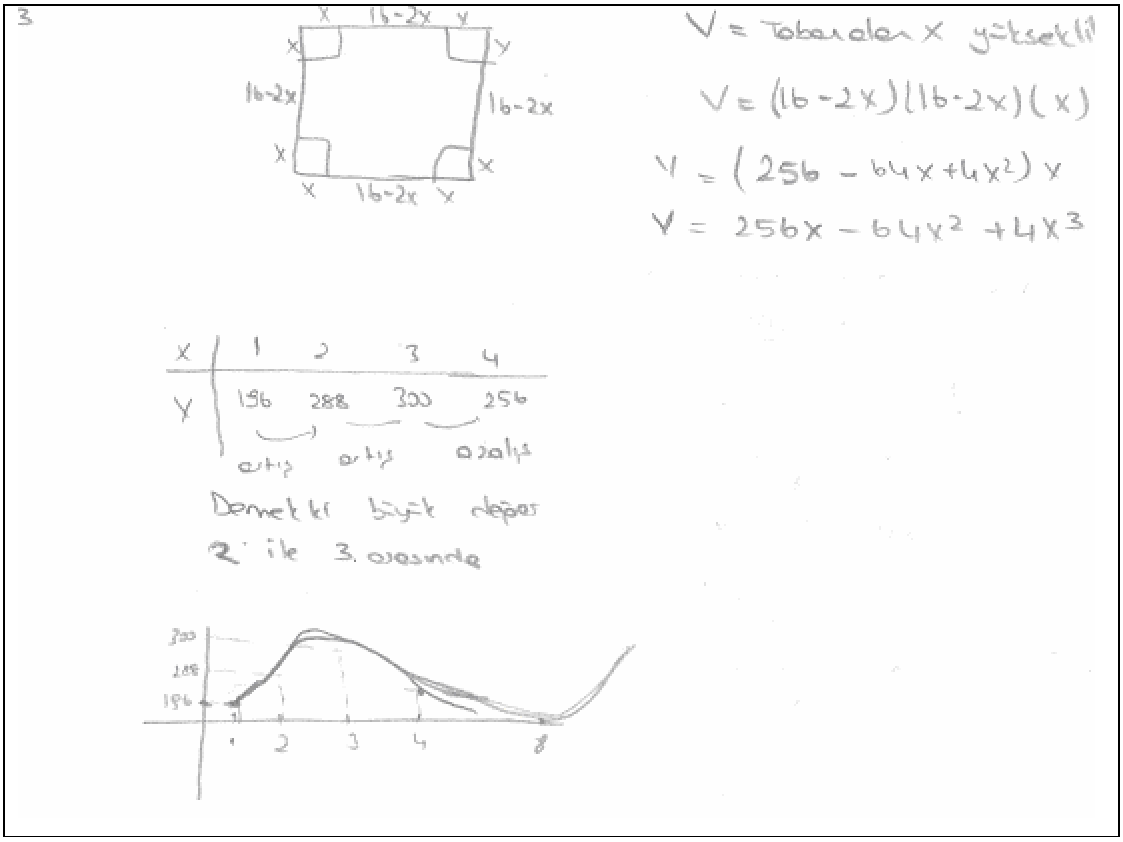
Tablo incelendiğinde grupların 14. sorudan aldıkları toplam puanın birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ancak 7, 11, 12 ve 16. sorularda aldıkları toplam puanlar arasındaki farklılık göze çarpmaktadır. Bu soruları inceleyelim.

7. soru (bkz Ek 2); Bir kenarının uzunluğu 16 cm olan kare biçimindeki bir kartonun köşelerinden, bir kenarı x cm olan parçalar atılıyor. Geri kalan parçalar yukarı katlanarak üstü açık bir kutu yapılıyor. Bu kutunun hacmindeki değişimi nasıl açıklarsınız? Kutu en büyük hacimde iken x nasıl incelenmelidir?. Yanıtınızın nedenlerini açıklayınız.

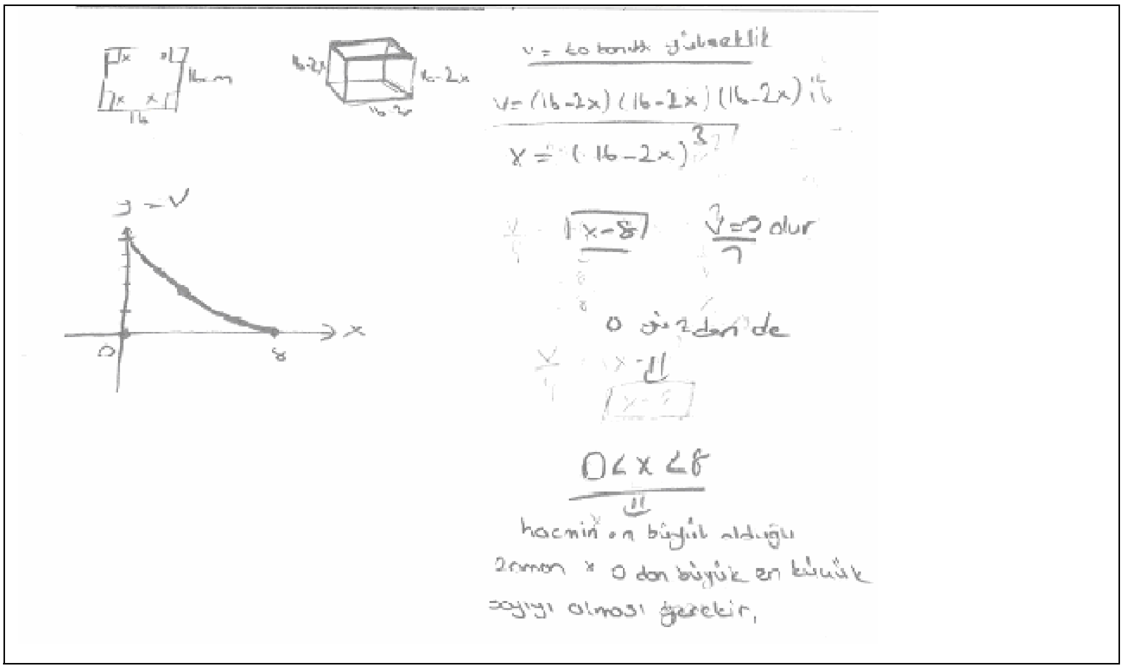
Problem çözme becerisini ölçen bir soruyu cevaplamak için ilk aşamada kavramsal anlamın sorgulanması yani değişimin nasıl olacağının incelenmesi gerekir. Ancak sorunun çözümü için bu yeterli değildir. Soruda verilen bir kartondan bir kutu düşünmesi ve bu kutunun hacminin değişimi ile ilgili bir zihinsel süreci başlatması gerekir. Değişimin kenarı belirten x değişken olarak açıklanması, hacmin taban alanı x yükseklik biçiminde ifadesi ve fonksiyon olarak ifade edilmesi gerekmektedir.

Problemi çözümüne yardımcı olacak grafiği yapılandırma, tanım kümesini belirleme incelemede kısıtlama yaparak tahmin etmesi gerekir. Problemin özelliklerini ortaya koyma ve bu özellikler arasındaki ilişkileri bulma gibi bazı kriterleri uygulayabilmelidir. Deney grubu (BCS + Yap.) öğrencilerinin kavramı görselleştirme sürecinde daha başarılı olmalarının sebebi Maple ile gerçekleştirdikleri uygulamalar olabilir. Uygulama süreci incelendiğinde; öğrenciler uygulama için hazırlanan mapletler ve Maple arayüzünde çalışan çalışma yaprakları ile istedikleri fonksiyonların grafiklerini çizebildiler. Belirledikleri aralıkta fonksiyonu inceleyebildiler. Değer kümesini bulurken tablo çıkarttılar. Fonksiyonları istedikleri gibi çizip nümerik incelemeleri grafik üzerinde tartıştılar. Bu ve benzeri etkinliklerin 7. sorunun Deney grubu (BCS + Yap.) lehine ciddi bir farklılık yapılandırmasını ortaya çıkardığı düşünülebilir.

Şekil 3. 3 Yedinci soruya ait bir cevap örneği



Şekil 3. 4 Yedinci soruya ait bir yanlış cevap örneği

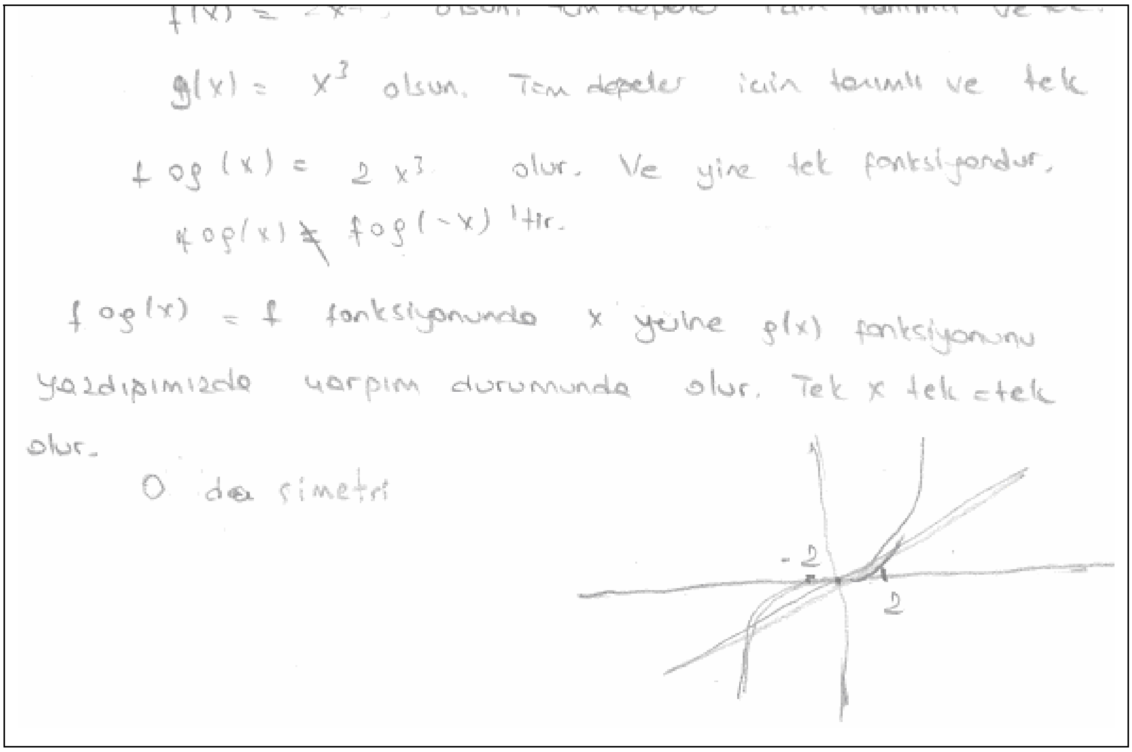


11. soru şöyleydi (bkz Ek 2)

f(*x*) ve g(*x*) , *x*'in bütün değerleri için tanımlı ve ***tek*** fonksiyonlar ise (*f o g)* (*x*) fonksiyonu tek midir? Yanıtlarınızın nedenlerini açıklayınız.

Bu problemi çözmede yine aynı şekilde maple arayüzünün ve mapletlerin kullanılmasının etkisi düşünülebilir. Grafikle yapılan çözüm, cebirsel çözüm birbirini destekleyince Deney grubu (BCS + Yap.) lehine ciddi bir farklılık yapılandırmasını ortaya çıkardığı düşünülebilir.

Şekil 3. 5 Onbirinci soruya ait bir cevap örneği


$g(x) = x^3$ olsun. Tüm değeler için tanımlı ve tek

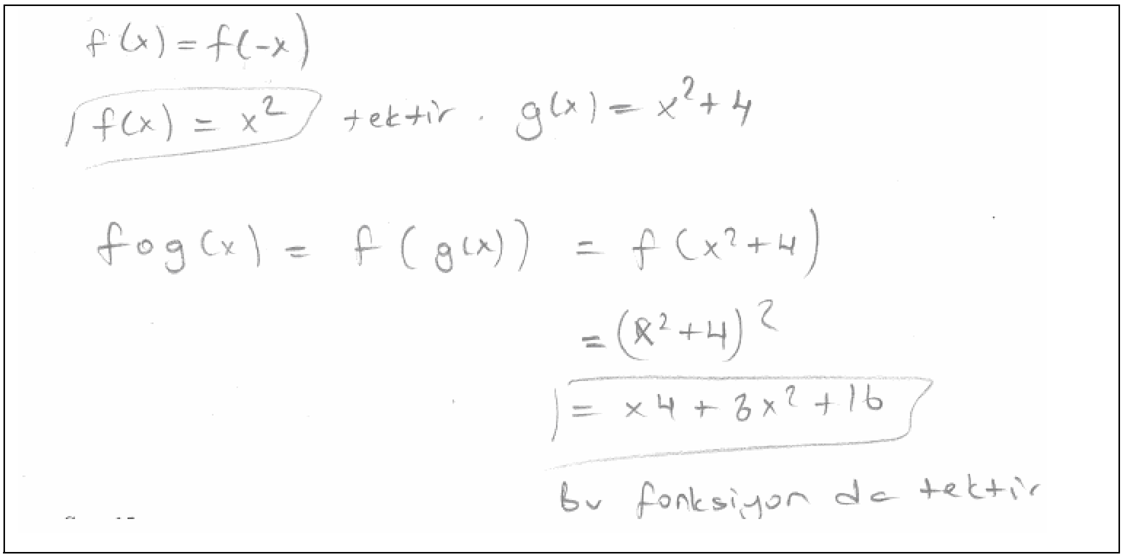
$f o g(x) = 2x^3$ olur. Ve yine tek fonksiyondur.

$f o g(x) \neq f o g(-x)$ 'tir.

$f o g(x) = f$ fonksiyonunda x yerine $g(x)$ fonksiyonunu yazdığımızda çarpım durumunda olur. Tek x tek = tek olur.

O da simetri

Şekil 3. 6 Onbirinci soruya ait bir yanlış cevap örneği


$f(x) = f(-x)$

$f(x) = x^2$ tektir. $g(x) = x^2 + 4$

$f o g(x) = f(g(x)) = f(x^2+4)$

$= (x^2+4)^2$

$= x^4 + 8x^2 + 16$

bu fonksiyon da tektir

12. soru şöyleydi. (bkz Ek 3)

$y = 0$, $y = 3x$ ve $y = 30 - 2x$ doğruları ile çevrili üçgenin içine yerleştirilebilecek;

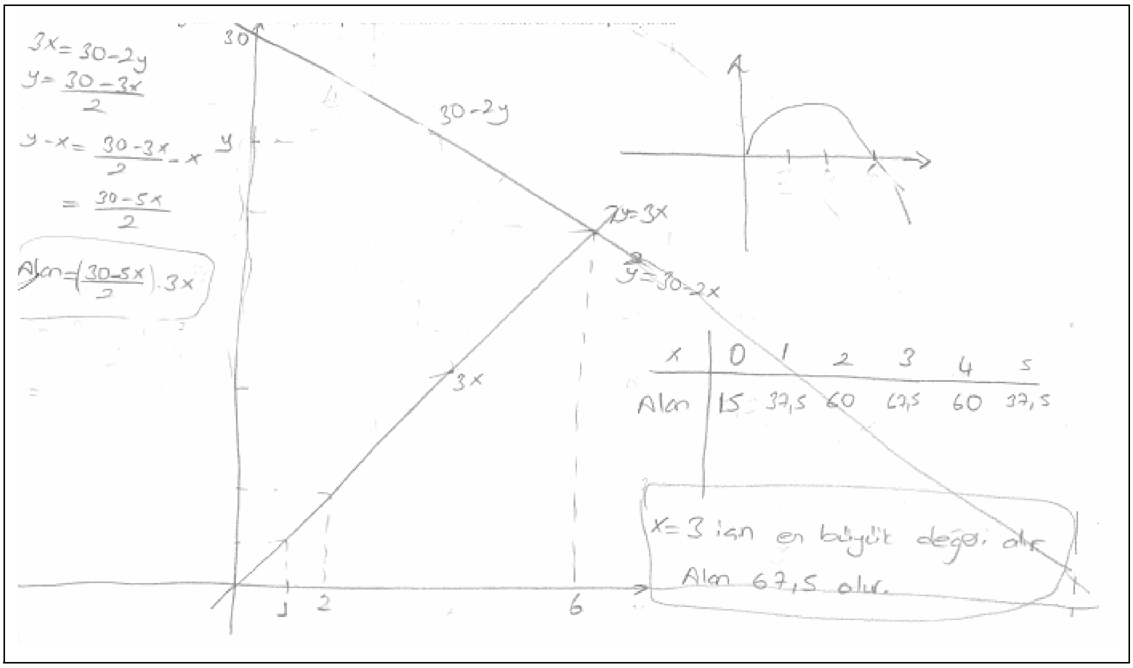
1- Bir dikdörtgen düşününüz.

2- Bu dikdörtgenin alanını ifade edecek bir fonksiyon düzenleyiniz.

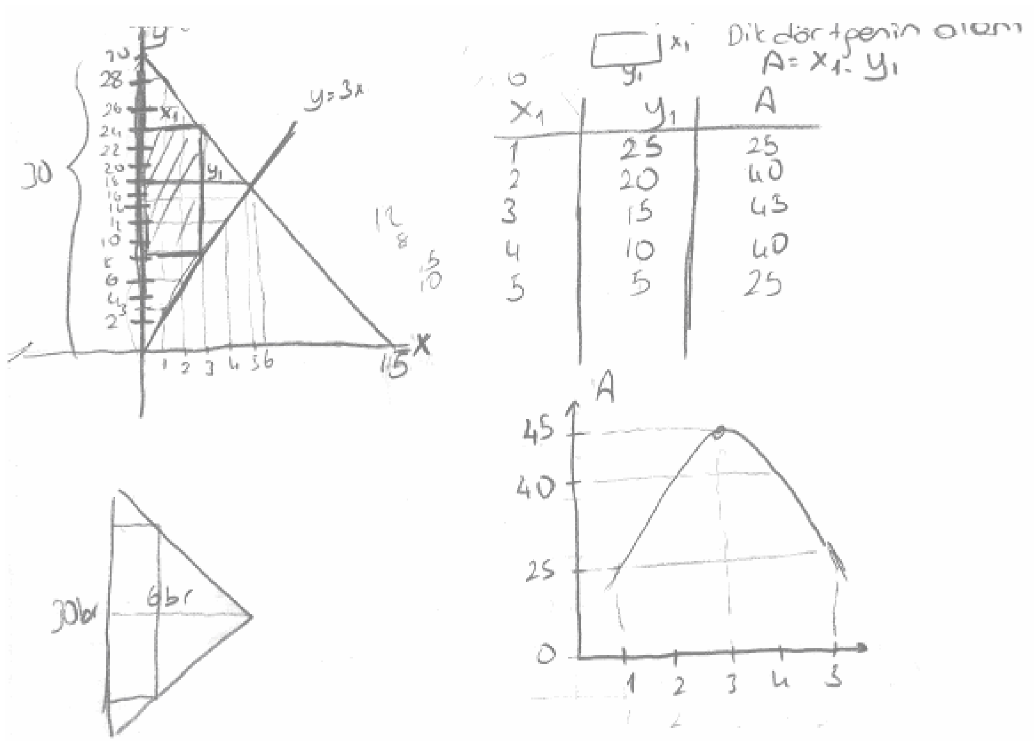
2- Bu fonksiyonu inceleyiniz. Alabileceği değerleri ve bu değerlerin içinde en büyüğü nasıl açıklarsınız?

Bu soruda iki doğru denkleminden yola çıkarak oluşan kapalı bir alan içine yerleştirilebilecek bir dikdörtgen ve bu dikdörtgenin değişimini ifade edecek bir fonksiyonun düzenlenmesi ve bu fonksiyonun incelenmesi gerçekleştirilecektir. Bir değişimin hem tablo hem de grafikle ifade edilmesi matematikte soyutlamayı gerçekleştirecek en açık durumdur. Maple görselleştirme ve değişimin animasyonlarla incelenmesi Deney grubu (Yap. + BCS) lehine ciddi bir farklılık yapılandırmasını ortaya çıkardığı düşünülebilir.

Şekil 3. 7 Onikinci soruya ait bir cevap örneği

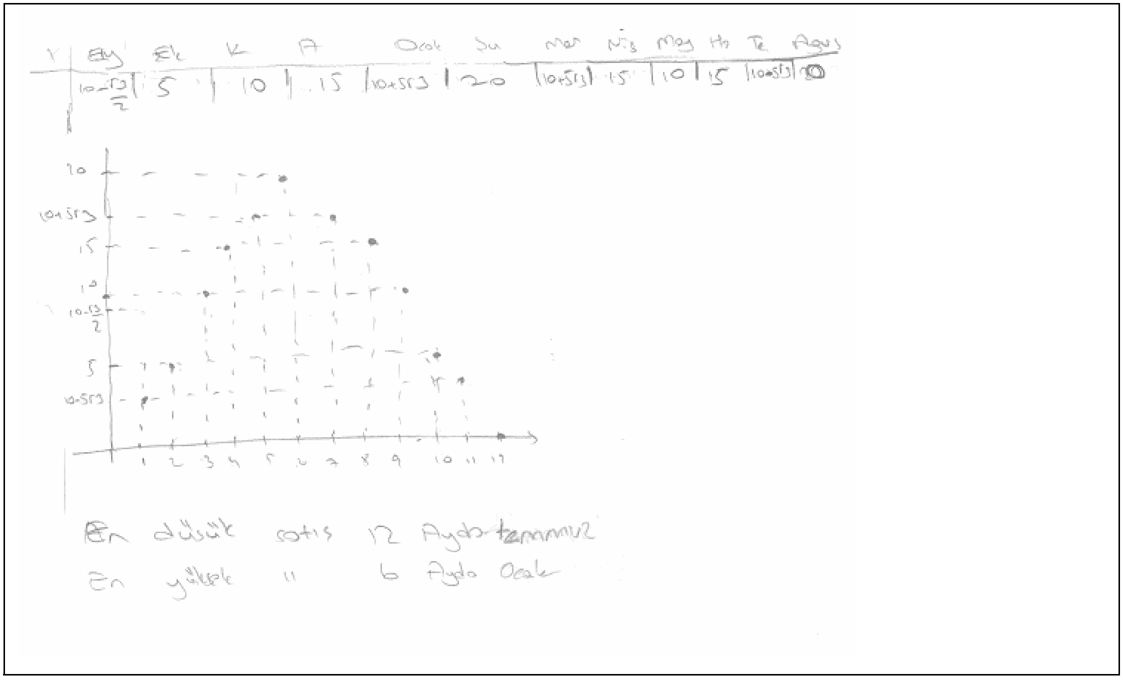


Şekil 3. 8 Onikinci soruya ait bir yanlış cevap örneği

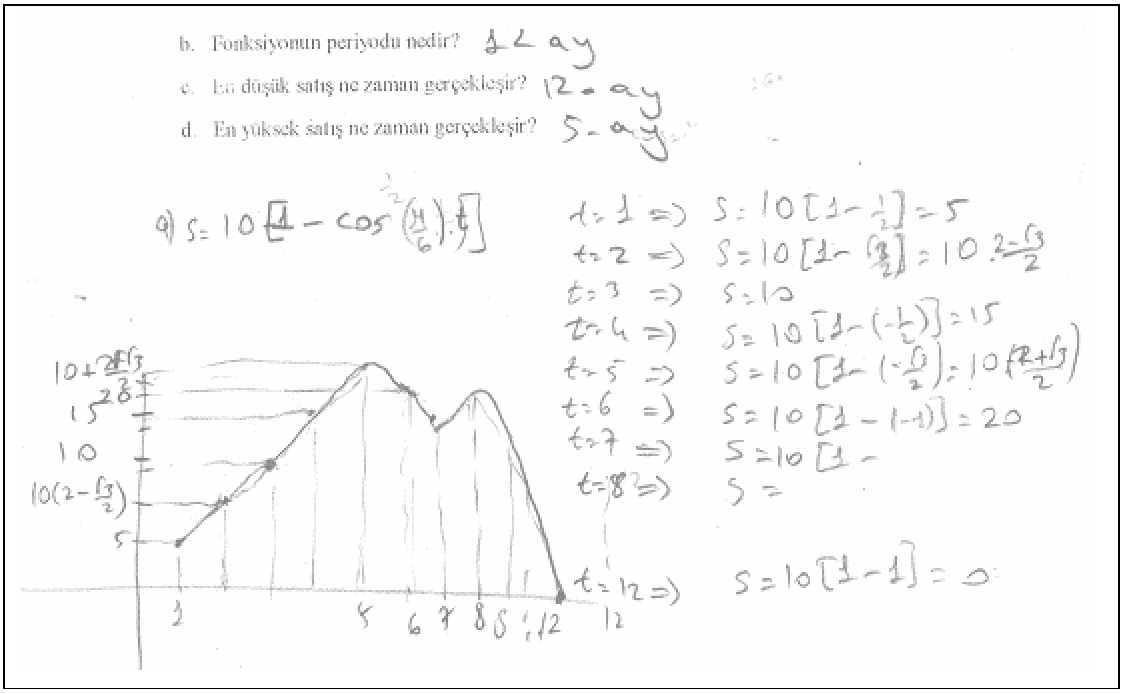


14. problemde bir farklılığın oluşmaması değişimin veriden yola çıkarak grafikle çizilmesi nedeniyle oluşmamış diye düşünülebilir.

Şekil 3. 9 Ondördüncü soruya ait bir cevap örneği



Şekil 3. 10 Ondördüncü soruya ait bir yanlış cevap örneği



16. soru şöyleydi. (bkz Ek 3)

100 metre uzunluğunda bir tel parçası *x* metre ve 100 – *x* metre uzunluğunda iki parçaya ayrılmıştır. Birinci parça bir kare halinde ve ikinci parça ise çember haline getirilmiştir.

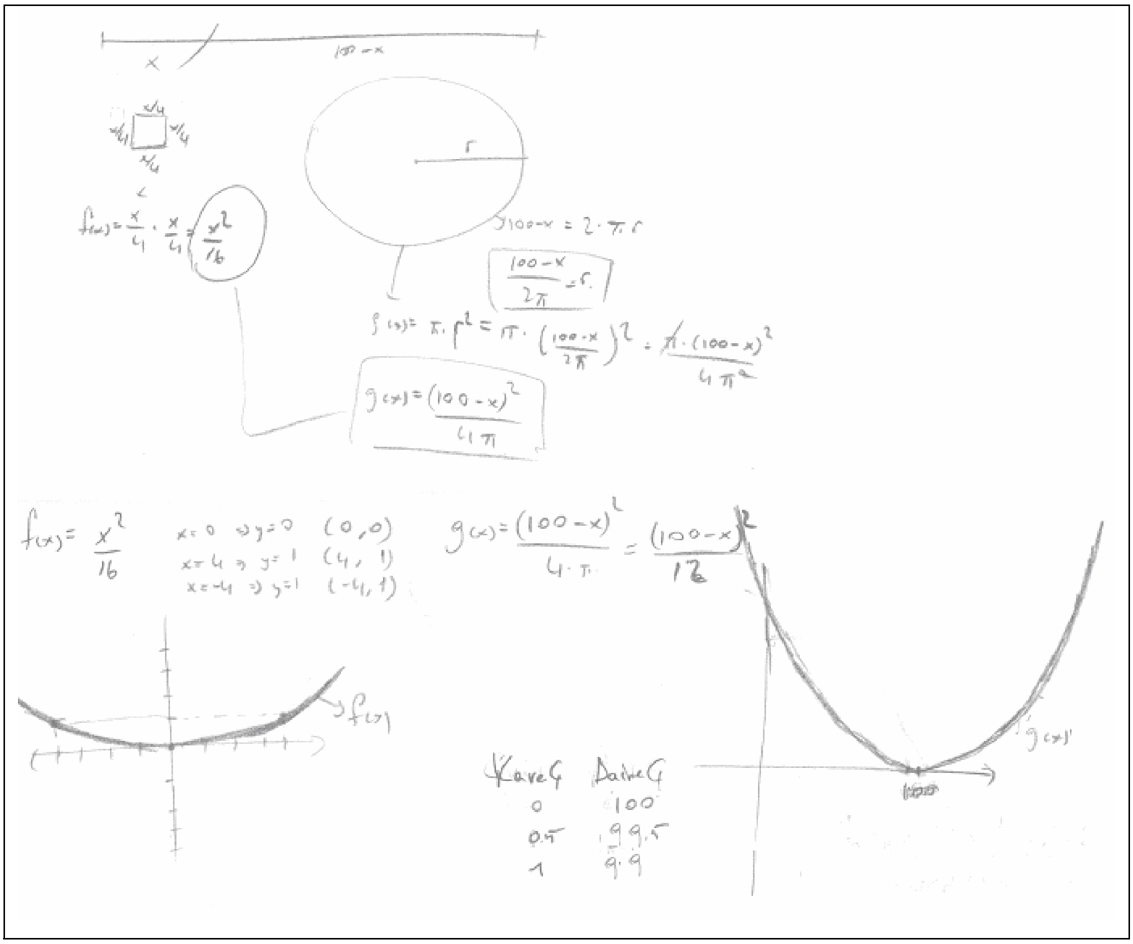
1- Bu şekillerin alanları toplamı telin *x* uzunluğundan yola çıkılarak ifade edilebilir mi?

2- Bu şekillerle elde edilecek alanı nasıl bulursunuz?

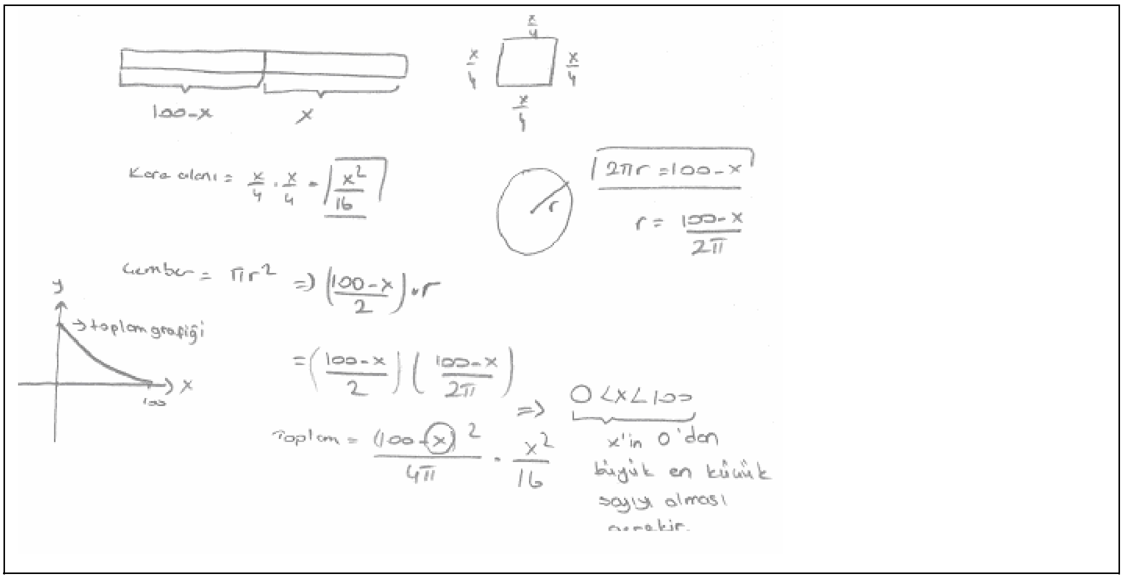
3- Bulabileceğinizi alanın en büyük alan olması için hesaplamalarınızı tartışınız.

Öğrencilerin zihinsel becerileri geliştirmeye yardımcı olacak fiziksel etkinliklerinde kullanılması nedeniyle Deney grubu (BCS + Yap.) lehine bir farkın oluştuğunu, bunda yine Maple arayüzü ve mapletle çalışmalarının getirdiği etkinliklerin rolünü düşünebiliriz.

Şekil 3. 11 Onltıncı soruya ait bir cevap örneği



Şekil 3. 12 Onaltıncı soruya ait bir yanlış cevap örneği



3. 3 Matematik Tutum Ölçeği Puanlarının Karşılaştırılması

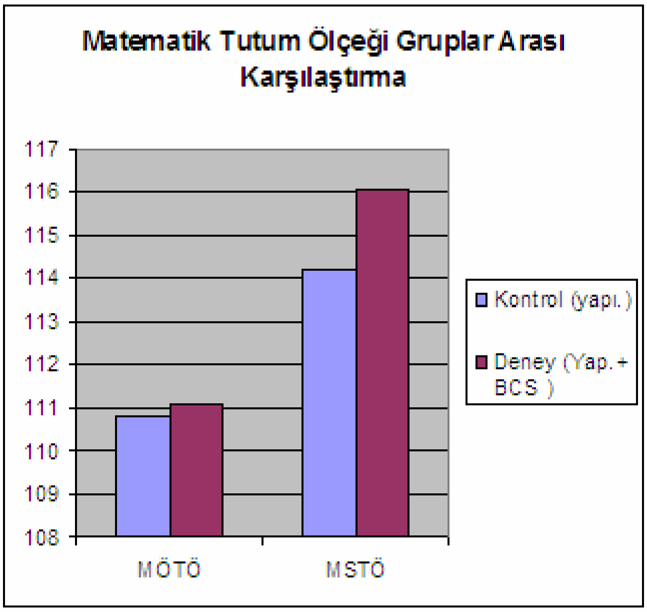
Grupların deney öncesi tutum testi puanları kontrol edilerek deney sonrası düzeltilmiş ortalama puanları arasındaki farklar ANCOVA ile test edildi. Test sonuçları Tablo 3. 4'de verilmektedir.

Tablo 3. 4 MSTÖ puanları gruplar arası karşılaştırma

Grup	N	MÖTÖ		MSTÖ			F	p	Kısmi eta-kare
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}_{düzeltilmiş}$			
Deney (BCS+ Yap.)	15	111.07	6.49	116.07	7.29	116.01	0.54	0.80	.014
Kontrol (Yap.)	15	110.80	6.59	114.70	8.94	114.25			

Tablo 3. 4'de görüldüğü gibi matematik tutum puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir.

Şekil 3. 13 Matematik Tutum puanlarının gruplara göre karşılaştırılması



Şekilde görüldüğü gibi her iki grup öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları artmıştır.

Aşağıda gruplara ait öntutum ve sontutum puanları arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo 3. 5 incelendiğinde Deney Grubu öğrencilerinin (Yapılandırmacı + BCS) MÖTÖ ve MSTÖ puanları arasında grup içi anlamlı bir ilişki olduğunu görmekteyiz. Bu durumda puanların ilişkili t-testi ile karşılaştırılması uygun olacaktır.

Tablo 3. 5 Deney Grubu (Yap. + BCS) Tutum puanlarının grup içi karşılaştırılması

Deney Gr (Yap.+ BCS)	N	Ortalama	Std. Sapma	std	p
MÖTÖ	15	111,07	6.497	1.677	.047
MSTÖ	15	116.07	7.294	1.883	

Deney grubu grup içi matematik tutum puanları incelendiğinde; Yapılandırmacı + BCS eğitim gören grubun MÖTÖ ve MSTÖ puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır. ($p = .047 < .05$). Bu durumda BCS'nin deney grubunun tutum puanları üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 3. 6 incelendiğinde Kontrol Grubu öğrencilerinin (Yapılandırmacı) MÖTÖ ve MSTÖ puanları arasında grup içi anlamlı bir ilişki olmadığını görmekteyiz.

Tablo 3. 6 Kontrol Grubu (Yapılandırmacı) Tutum puanlarının grup içi karşılaştırılması

Kontrol Gr (Yapılandırmacı)	N	Ortalama	Std. Sapma	std	p
MÖTÖ	15	110,80	6.592	1.702	.135
MSTÖ	15	114.20	8.948	2.310	

Deney grubu grup içi matematik tutum puanları incelendiğinde; Yapılandırmacı eğitim gören grubun MÖTÖ ve MSTÖ puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. ($p = .135 < .05$).

3. 4 Deney Grubu (Yapılandırmacı + BCS) Öğrencilerinin Uygulama Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi

Araştırmanın deney kısmına katılan Öğrenci gruplarından Yapılandırmacı + BCS grubu uygulama sırasında serbest bir şekilde görüşlerini her hafta ders sonunda yazmışlardır.

3. 4. 1 Uygulama olarak Yapılandırmacılık + BCS

"*Hayatımda bir dönüm noktasına girdiğimi hissettim. Ya evden ilk ayrıldığımdan ya da hiç tanımadığım insanlarla derse girmekten. Bilgisayarla karşılaşmaktan*" , "*Çok heyecanlıydım. Dersi hocaları merak ediyordum.*", *"Başaracağım. Gurbette kalmak zor ama. Matematikte birikimimi daha da arttıracağım*" , "*3 aylık bir tatil döneminden sonra konuların iyi bir tekrarı gerekiyor.* ", "*İlk başta kendimi kasıyorum ama sonradan derse rahatça katıldım." "Okul açıldığında arkadaşlarla kaynaşamadığım için sıkıldım. İlk ders isteksizdim. Sadece izledim gibi. sonra çok zevk aldım."* şeklinde bir çok ifade fakülteye yeni başlamış öğretmen adaylarının durumunu yansıtıyor.

Yapılandırmacılığın öğrenme ilkeleri, öğrenmenin bireylerin anlamlar yapılandırmasından doğduğunu vurgular (Piaget, 1973; Bruner, 2003; Brooks & Brooks, 1999; Duffy ve a., 1992).

- ♦ BCS ile öğrenme etkin bir süreçtir, öğrenciler duyuşal girdiyi anlam yapılandırmak için kullanır. Etkin öğrenenler eylemde bulunmalıdırlar. BCS ile öğrenme dış dünyada var olan bilgiyi edilgen olarak kabul ediş değildir, öğrenenin dünyayla etkileşime geçmesidir.

"*Bilgisayar hızımın iyi olmaması soruları düşünmemi geciktirdi. Evde bir daha gözden geçirince anladım. Ama dersteki hızımı arttırmalıyım."*

Bir alana ait bilgilerdeki uzmanlığın yalnızca o alana ait kavramları değil, o alana ilişkin öğrenmeleri sorgulamaya yönelik tutumun geliştirilmesini ve bu gelişimde kişinin mücadelesinin tahmin ve problem çözmeye doğru olması gerekir (Bruner, 1966/1977).

- ♦ Öğrenciler, BCS öğrenirken öğrenmeyi de öğrenirler. Öğrenme hem anlamın yapılandırılmasından, hem de anlamlar dizgesi yapılanmasından meydana gelir. BCS ile yapılandırdığımız her anlam, benzer örneğe uyacak diğer olguları da daha iyi anlamamızı sağlar. BCS zıtlıkları da kullandırarak anlamamızı genişletir.

"Matematiğin hayatımda ne kadar yer kapladığını anladım. Mağaralardan, parklardan, fiskiyelerden köprülere her yerde matematiğin olduğunu gördüm".

Kastamonu Nasrullah köprüsü

Kastamonu – Azdavay Ilgarini Mağarası

Akademik öğrenme, bilgiyi bireysel olarak işlemeye aktif katılım, bilginin yapılandırılması süreci ve dönüşümlü bir farkındalık olarak görülmelidir. Bu tip bir öğrenme zengin bir öğrenme ortamı, gerçek durumlarla karşılaşma, sosyal etkileşim ve tartışmalarla ortaya çıkartılabilir (Nunes and Fowell, 1996).

- BCS ile de anlam yapılandırma etkinliği zihinseldir: zihinde gerçekleşir. Fiziksel etkinlik, elle tecrübe etmek öğrenmek için gerekli olabilir, özellikle çocuklar için, ancak yeterli değildir; elleri olduğu kadar zihinsel becerileri harekete geçirecek etkinlikler sağlamak gerekmektedir. Dewey buna dönüşümlü (reflektif) etkinlik demiştir.

"... *abs gibi ingilizce kelimelerde hatırlanması gerekiyor. Çizim yaparken kendi kendime bilgisayarla konuşuyorum gibi.*"

- BCS ile öğrenme ikinci bir dil içerir: dil öğrenmeyi etkiler. Araştırmacılar, insanların öğrenirken kendi kendilerine konuştuğunu vurgulamışlardır. Vigotsky'ye göre dil ve öğrenme ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıdır.

"Dersi grup grup ayrılarak bilgisayarda işlemek ve tartışmak ilk yabancı gibi olsak da sonra iyi oldu".

- ♦ BCS ile öğrenme de toplumsal bir etkinliktir: öğrenmemiz çok yakın bir şekilde diğer insanlarla, öğretmenlerimizle, arkadaşlarımızla, ailemizle ve tanıdıklarımızla, günümüzde bilgisayarla ilişkilidir. Dewey bu durumu şöyle vurgular:

"Geleneksel eğitim öğrenciyi bütün toplumsal etkileşimden yalıtmaya ve eğitimi öğrenci ile öğrenilmesi amaçlanan materyalin bire bir ilişkisi olarak görmeye yöneliktir."

Yeni düzende BCS ile öğrenmenin toplumsal tarafını kabul edip, bu toplumsal kabulde yeni düzende gerekli olan bilgisayarı da konuşmanın, diğerleriyle etkileşimin ve bilginin uygulanmasında öğrenmenin bir parçası olarak kullanmamız gerekir.

"*Daha önce bilgisayar kullanmadığım için biraz korku vardı. Korku azaldı. Şimdi Maple çalışmaya devam etmek istiyorum."*

"*Orta okulda ve lisede bilgisayar dersi gördüm. Ama sevmemiştim. Burada da ilk istekli olmadığımı fark ettim. Sonra Maple zevkli gelmeye başladı."*

- ♦ BCS ile öğrenme de bağlamsaldır: biz yalıtılmış gerçeklikleri ve kuramları hayatımızdan ayrı, zihnimizde soyut bir yerde öğrenmiyoruz. İnançlarımıza, önyargılarımıza, bildiklerimize, korkularımıza, sevdiklerimize başka bir anlatımla ön bilgi ve deneyimlerimize göre öğreniyoruz. BCS ile öğrenme etkin ve toplumsal bir kavramdır, yaşantımızla öğrenmeyi birbirinden ayıramayız.

"*Çalıştığımız sorular işlediğimiz dersler matematiğin bir çok konusunu içerdiği için ve genelde matematiği diğer konularla ve analitikle bağdaştırdığı için kendimi geliştirdim. Unuttuğum bir çok konuyu da pekiştirdim*".

- BCS ile öğrenmek için de bilgiye gereksinim vardır: üzerine inşa edebileceğimiz daha önceden yapılandırılmış bir bilgi olmadan yeni bilgiyi özümsemek kolay değildir. BCS ile öğrendikçe daha da fazla öğrenebiliriz. Bu yüzden, öğretme ile ilgili her eylem öğrencinin ön bilgisini ve deneyimini temel alma yönünde ele alırken daha sonraki öğrenmeleri de güdülemeye, sezmeye götürmelidir.

”*Animasyonları anladım ama animasyonu yaptırmak için gerekli parametreleri de anlamak istiyorum… Matematiğin diğer konularında da bu şekilde kendim çalışacağım.* “

- BCS ile öğrenmek için de zamana gereksinim vardır, öğrenme anlık değildir. İyi öğrenmek için düşüncelerimizi tekrar tekrar gözden geçirmeli, denemeli, onlarla oynamalı ve kullanmalıyız. Bu fırsatı BCS ile elde edebiliriz. BCS’de öğrendiğimiz herhangi bir bilgiye bakarsak onun sık tekrarlarla veya tekrar maruz kalma ve düşüncelerin ürünü olduğunu gösterir, sezdirir. BCS bilişim çağının bir çok derin görüşlerin, uzun hazırlanmalarla ortaya çıktığını ve buna bağlı olduğunu gösterebilir. Günümüzde bu uzun hazırlanmalarımızda kolaylıkları BCS sağlayabilir.

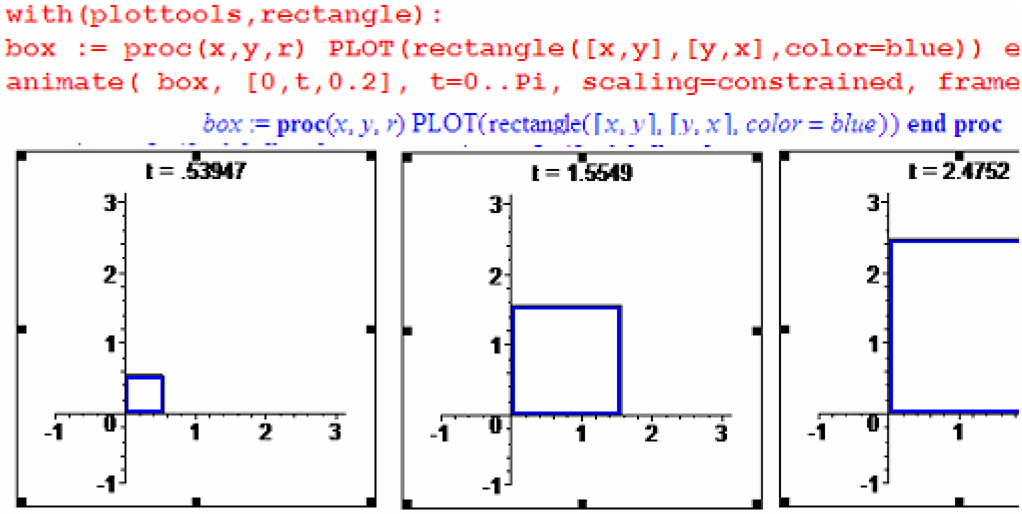
“Derse herkesin katılmasını isteklendirmeniz derse karşı eğilimimi arttırıyor.”

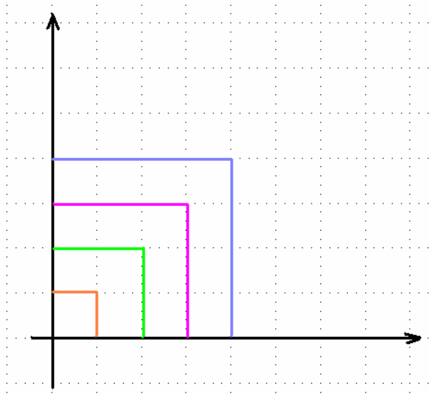
- BCS ile öğrenmede güdüleme (motivasyon) anahtar kavramlardan birisi olmaya doğal olarak fırsat verebilir. BCS öğrenmeye yardımcı olmakla kalmıyor öğrenmelerimize temel kazandırıyor. Çünkü, BCS neden sorusunun cevabını bilmemize fırsat yaratıyor. Neden sorusunun cevabını veremediğimiz, veremeden öğreneceğimiz bilgiyi kullanıma geçiremeyebiliriz.

3. 4. 2 Yapılandırmacı + BCS yaklaşımda özne, nesne, bilgi ilişkisi

“Animasyonda karenin çevresini izledikten sonra fonksiyon olarak soruya yorum getirmekte zorlandım. Çünkü onu bir fonksiyon *biçiminde nasıl ifade edebiliriz cevap veremedim. Önemli olan öğretmen olunca konuyu anlatıp çıkmak*

değil, o konuyu öğrencinin anlayabileceği gibi çizerek görerek o şekilde birlikte çalışmak olduğunu düşündüm."





Eğitim sürecinde en dar kapsamıyla bir özne, bir nesne ve bilgi olarak nitelenebilecek öznenin ve nesnenin ilişkisinden meydana gelen ilişkiler bütününü görürüz. Burada özne öğreneni nesne ise öğrenenden bağımsız gerçekliği temsil eder, bilgi ise öğrenen ve ondan bağımsız gerçekliğin arasındaki ruhsal ve işlevsel ilişkinin sonucunda meydana gelen yine ruhsal ve işlevsel bir fenomendir. Bilen ve bilgi arasındaki ilişki her an değişebilir, dolayısıyla kesin ve mutlak değildir, bilen için işe yaramaz duruma geldiğinde bilgi geliştirilebilir, değiştirilebilir. Bilenin olduğu gibi bilginin doğası da değişkendir. Burada BCS'nin bilginin doğasındaki değişkenliği ortaya koyması açısından yardımını kullanabiliriz. Animasyonlar bu değişkenliği çıkarmaları açısından iyi bir enstrümandır.

Tall (1995) ise matematikçilerin, "sembol mantığına" sahip olmalarından dolayı sembolleri kolay ve rahat bir şekilde kullandıklarını fakat öğrencilerin sembolleri yazmada ve anlamada sıkıntılarının olduğunu söylemektedir.

Burada değişken kavramının sembol kullanımında kural olarak ifade ve sonra bunun değişimi incelemek amaçlı fonksiyon kavramına yönelme ve bir sayının rolünü üstlenen bir harf veya harflerin dizisinin ortaya çıkışı gözlenmiştir. Carpenter ve diğerleri (2001);

> "öğretmenlerin öğrencileri matematiksel bir metinde harf sembollerle, nasıl ve hangi kullanım tipinde karşılaşabilecekleriyle ilgili bilgilendirmeleri ve çalışabilecekleri tanımı, diğerleri arasından nasıl ayırabileceklerine dair yardımcı olmalarıdır "

der. Bu durumda öğretmen bu cevabı arattırırken ve ararken BCS elimizde iyi bir enstrüman olarak karşımıza çıkar.

Cebirin anlam (semantic) yönünün zayıf göründüğü düşünülürken bunun söz dizimini (syntacs) de etkilediği ortaya çıkmaktadır. Öğretmen eğitimi veya diğer matematik öğrenmelerde sembol ve bu sembolün temsil ettiği anlamı içeren çalışmalara daha fazla yer verilmelidir.

Bu çalışmada değişken, denklem, doğrunun denklemi, doğrusal bir ilişki ve fonksiyon kavramına değişenin ne olduğunu izlemeden gidebilirdik. Geometrik bir şekil olan karenin çevresi ve alanı değişebilir, değişim kenarla gerçekleşir. Karenin açıları dik açı (90º) dir. Değişken kavramı ile birlikte sabit olan nedir? Denklemde veya fonksiyonda katsayı nedir? Akademik öğrenme için kavramların elde edilmesi değil sorgulanması gerekir. Bunların yapılmadığı durumda sınıf içindeki bilgi kesin, mutlak ve öğrenenden bağımsız olarak ele alınır, nesnenin öğrenen tarafından soyutlanmış hali olan bilgi, nesne ile aynı olarak algılanır. Yine aynı sınıf içinde öğreten de bilgiye sahip olarak onu öğrenenlere geçiren-nakleden özne olarak kabul edilirdi. Bu şekilde öğrenen özne ve nesne arasındaki ruhsal ve işlevsel ilişki göz ardı edilmiş olur. Böylece eğitim öğrenen öznenin nesneyle arasındaki zihinsel ilişkiyi vurgulamadan zihne yerleştirme işlemine dönüştürülmüş olurdu. Geleneksel eğitim tarzı dediğimiz tarz budur.

Tall'un (1995) Poincaré'den aktardığı gibi "matematik eğitiminde en iyi tanım öğrencilerin anlaması için geliştirilen tanımdır". Aynı şekilde sürdürür:

“a- Kavramı elde etmek için zihnimizde bir imaj oluşturmalıyız tanımdan önce.

b- Tanım akla getirlimiyebilir veya hatta unutulabilir. Kavram daima akla getirilebilecek şekilde düşünülmelidir”.

Von Glasersfeld’in (1978) belirttiği gibi yapılandırmacılık yaşadığımız dünyayla ilgili bir yaklaşım değil de, yaşadıkları dünyayı kendileri için yaratan organizmalarla ilgili yaklaşım yapılandırma diye nitelendirilebilir.

Kavramların elde edilmesinde çalışmalarda geometrik yaklaşımların her seviyede verebileceği bir çok inceleme gerçekleştirilebilir. Bu örnekler matematikteki bir çok kavrama genellenebilir.

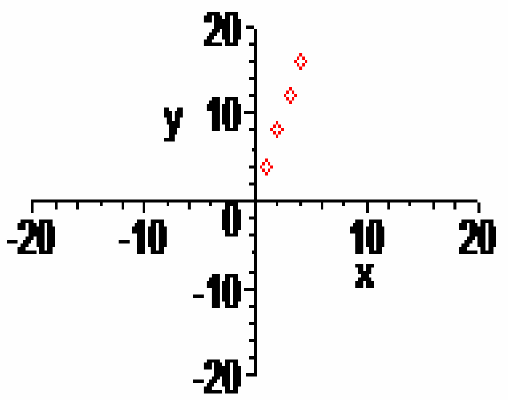
Bruner (2003)’da yapılandırmacılığa en son katkıyı ise anlatıyı-anlatımı merkeze koyarak yapar. Buna göre insanlar dünya bilgilerini ve deneyimlerini anlatı yoluyla oluştururlar. Matematikte hikaye problemler ve sözel problemlerle dünya ile ilgili bilgiler oluşturulur. Bu şekilde de anlatılar bireyleri gerçekliğin bir parçası haline getirirler. Bir bütünlük arz eder. Bu şekilde insan yaşamının taklidi ve simgesi olurlar.

Böylece, matematik açıdan sayıların nesnelerden bağımsız oluşu; gerektiğinde değişik nesne ya da olgulara karşılık gösterilerek durum ya da olayları açıklamaya yarayışı, matematiğin soyut yapısal özelliklerinin ortaya çıkışını ve modelleşmesini sağlar. Devam edersek; $f(x)=4x$ bağıntısı birçok durum ya da olayı temsil edebilir. Bunlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

i) Bir kenarı x birim olan karenin çevresi.

kenar	çevre
1	4
2	8
3	12
4	16

$y=f(x)=4x$



ii) x birim fiyatlı tişörtlerin satış fiyatını dört katına çıkarma

iii) x birim fiyatlı tişörtlerden dört adet satış …

Düşünce yapısını bu şekilde sistemleştiren en önemli etkenin matematik olduğunu söyleyebiliriz. Burada, Robert Stermberg'e göre zekanın üç ana unsuru devreye girer:

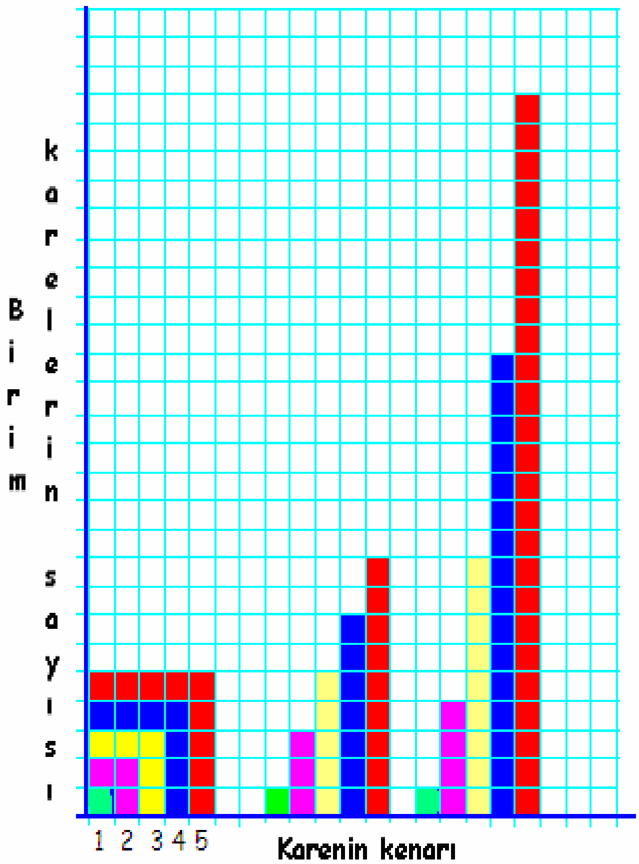
1. Çözümleyici (analytic) düşünme becerisi: Çözümleme, ilişkileri anlama, karşılaştırma, yargılama, tersinibulma, değerlendirme,
2. Yaratıcı (creative) düşünme becerisi: Genelleme, icat, yaratma, imgeleme, farklı ilişkileri algılama, olabilirleri sezinleme, soyutlama
3. Evirgen (practice) düşünme becerisi: Kavramları gündelik yaşama uygulamak, gerçekleştirmek, sonuçlandırabilmek, var etmek.

Buradan bilişsel becerinin oluşumunu ve gelişimini sağlayan en önemli hatta tek araç olarak “matematiktir” sonucuna ulaşabiliriz.

Bir üst matematik sınıfı için matematiği devamı sağlayacak biçimde geliştirme bir önceki sınıfın en önemli görevidir. Bu durumun tesadüflere bırakılmayacak geliştirmek o sınıfın matematik öğretmeninin en önemli görevlerindendir. Toplumsal yaşam için gerekli olan matematiğin basit ve parçalara ayrılmış şekilde o dönemin öğrencilerine aktarılması gerekir. Okul matematiği seçilmiş bu deneyimleri iletmek durumundadır. Toplumsal yaşama uygun seçilecek bu deneyimlerle toplumun yeni üyeleri yönlendirilebilirler. Böylece matematik yaşantı garanti altına alınarak matematik yaşamın geleceği devam eder.

Örneğin, x birim kenarlı karenin çevresinin değişiminin incelenmesi çeşitli bilgisayar programları aracılığıyla görselleştirilebileceği gibi, kalem – kağıt etkinliği ile de görseleştirilebilir. Bu değişimin animasyonla incelenip görselleştirilmesi sürece daha iyi bir anlam ve kolaylık katar. Her iki görselleştirme eylemi hem bireysel hem de grupla gerçekleştirilir.

Ayni eylem kareli kağıt üzerinde de gerçekleştirilmeye devam eder.



Analitik düşünen öğrenciler kuvvetli bir biçimde sözel ve mantıksal sürece yönlenirler. Çok az bir biçimde resim veya görsel ögelere yönlenirler. Daha çok sözlü olarak ifade etmeyi tercih ederler.

Geometrik olarak düşünenler de baskın bir biçimde görsel veya resim ögelerine yönlenirler.

Bir ahenk arayarak düşünenler ise hem sözel hem de görsel süreci göz önünde bulundururlar.

Yapılandırmacı + BCS araştırma öğretmen adaylarının hem geometrik hem de analitik düşünmelerini bir ahenk içinde görebilmelerine fırsat verir.

Genel Matematik kavramlarının çalışmasında üç altın kural düşünülmelidir.

1. Nümerik (sayısal)
2. Grafiksel
3. Analitik

"*Bir fonksiyonu sembol değil de sözel de okumam gerektiğini öğrendim. Bildiklerimi çekinmeden ifade ettim. Bu iyi. Arkadaşlarımızla daha çok fikir üretmeye çalışıyoruz. Yeni problem durumları*".

Aynı şekilde bir diğer aday da *"Genel Matematik dersinde zorlanıyorum. Denklemleri sözel olarak ifade etmeyi örneğin, x'in dört katının sekiz fazlası demesini bilmiyordum. Bu konulara da dikkat edeceğim. Çok daha çalışmam gerekiyor."*

Denklem veya fonksiyon sözel ve yazılı olarak ifade edilmesi gereken cebirsel bir formüldür (NCTM, 1989).

Özerk bir etkinlikte, çocuklar kendilerini ilgilendiren etkinlikleri içeren sınıf ortamlarındaki ilişkileri ve düşünceleri keşfetmek zorundadırlar. Anlama adım adım etkin bir katılım yoluyla oluşturulur.

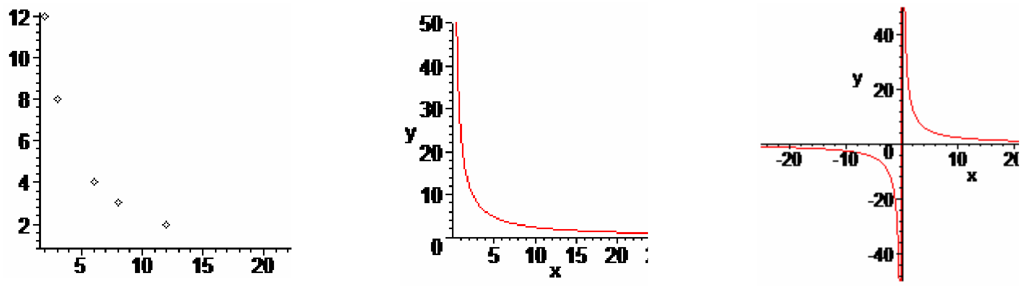
"*Sorular yaratıcılık da istiyor. Arkadaşlarla yardımlaştık. Sizinle tartıştık. Denklemlerle, polinom fonksiyonları biraz daha çalışmalıyım*".

Yapılandırmacılık kuramına göre, bir bağlam için tek bir doğrunun olması yerine, aynı bağlam içinde geçerli olabilecek diğer seçenekleri, tüm doğruları düşünebilmek idealdir. Matematiğe baktığımızda nerdeyse her konu için farklı fikirlerin geliştirilmesi gerektiği görülür. Dizi için fonksiyon kavramının geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Saymanın temelinde fonksiyon vardır. Seri kavramına geçerken dizi kavramı göz önünden kaçırılmamalıdır. Farklı fikirlerin kabul edilebileceğini bilen bireyler yetiştirme eğitimin aynı zamanda demokrasi boyutuna yeni anlamlar katabilir. Farklı düşünme şekilleri gelişir ve yaşam sürer. Olası bir çok durum için matematikte sonsuz alternatifler bulunabilir. Öğretmen bu sonsuz alternatifleri ortaya çıkartabilecek ortamı sağlama garetinde olmalıdır.

Öğrenenlerin dünyasında da bu anlamda etki yapacak bir çok insan vardır: öğretmenler, arkadaşlar, aile bireyleri, akrabalar, yöneticiler, çevredeki insanlar. Bu etkiye yeni bir durum daha farklı boyut katıyor. Buda BCS'dir. Böylece öğrenenler birden fazla kaynaktan, birden fazla yoldan ve birden fazla şekilde matematiksel bilgilerini oluşturup ve geliştirebilirler. Öğrenen, dünya bilgisini; öğretmeni, sınıf arkadaşları, aile bireyleri, çevredeki insanlarla olan işbirliği ve BCS ile yapılandırmalıdır günümüzde. Bu da yapılandırmacılık kuramının önemli ilkelerinden biridir (Vygotsky, 1978).

"Bilgisayarla yıllarca içli dışlı olmuştum. O yüzden çok sevindim. Grafik çizme ve yorumlama, tanım ve değer kümesi, tablo çıkartmayı daha iyi anladım. Denklemleri daha çalışmalıyım. Çalışma kağıtlarından yararlanıyorum. Denklem ve fonksiyonları yeniden çalışmam gerek".

"*Bilgisayarla aram yoktur. Lise 9. sınıfta gördük. Yazarken yavaş olduğum için zorlandım. Çarpımları 24 yapan sayıları yerleştirirken Matematikte modelleme yaptığımızı gördüm. Denklem ve fonksiyonları ilk ifade de zorlandım ama kavramaya başladım*".



Kant bilimsel bilginin insanlar tarafından gözlem deneyimleri sonucunda etkin bir şekilde oluşturulduğunu vurgular. Hawkins'e göre "bir Kant takipçisi ve eleştirmeni olan Hegel de bilginin zihinsel şemalarının çeşitliliğini kabul eder ve bunlar arasındaki çelişkilerin de daha fazla araştırma ve öğrenme için kaynaklık ettiğini saptar." Filozof Giambattista Vico da "insanlar sadece kendi yapılandırdıklarını açıklıkla anlayabilirler" der (Hawkins, 1994).

"plot komutunu kullanırken denklem mi fonksiyon mu yazmam lazım diye arkadaşlarla tartıştım. Önemli olan problemi anlamak. Fonksiyonda da denklem var"

Bruner, çocukların deneyimlerine üç şekilde anlam verdiklerini düşünür Canlandırma düzeyinde öğrenme nesneler ve materyallerle etkileşim sonucunda gerçekleşir. Görsel (İkonik) düzeyde ise nesneler görsel imgeler sunulur, bu gerçek nesneden bir adım uzaklaşmak anlamına gelir, resimler nesnelerin yerini tuttukları için önemlidir, ancak özgürce yaratılabilirler de. Simgeleştirme düzeyinde de nesneler ve zihni imgeler simgelerle değiştirilebilir ve simgeler aracılığıyla kullanılabilirler. (Williams & Burden, 1997).

BCS, görsel imgeler yaratılırken sembollerin kullanımını (değişken) matematiksel olarak farklı biçimlerde düşünmeye fırsat sağlar. BCS'de komutlar değişken kavramını kullanma yetimizi geliştirirler.

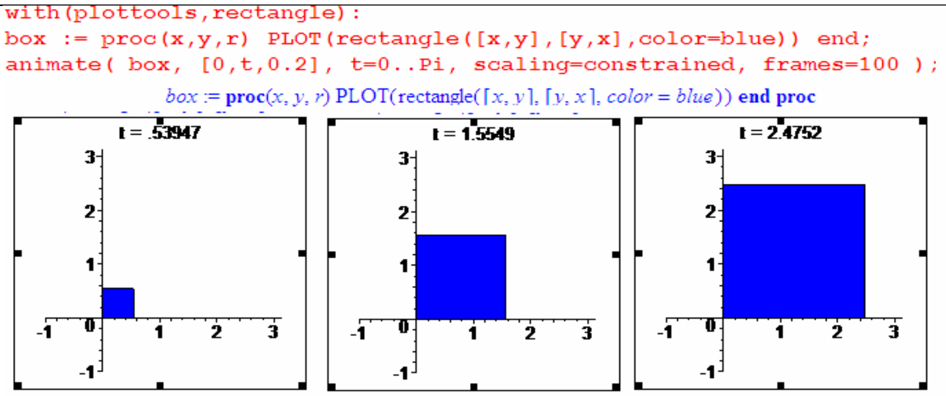
"*Bir soruyu çözmede bir çok yöntemin olabileceğini gördüm. Adım adım ilerlemekle cevaba daha kolay ulaşabileceğimi gördüm. İlk tabloyu zor çıkardım. sonra hallettim*". *Piaget*'ye göre öğrenmenin temeli *keşfetmektir*. "Anlamak keşfetmektir, ya da keşfetme yoluyla tekrar yapılandırmaktır., Gelecekte yineleme değil de üretme ve yaratma becerisine sahip bireyler yetiştirilmek isteniyorsa, keşfetmeye gereken önem verilmelidir." (Piaget, 1973). Piaget'ye göre basit bir olguyu anlamak için çocuklar daha sonra yanlış olarak niteleyecekleri bazı düşünceleri görme aşamalarından geçmek durumundalar.

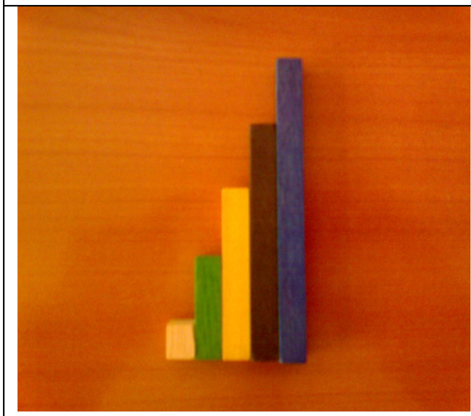
"*Arkadaşlarımın bir soruya nasıl konsantre olduğunu nasıl çözümlediğini de analiz ettim. Hayatta her olaya matematiksel bir gözle bakabileceğimi her olayın matematiksel bir metodunun olduğunu gördüm*".

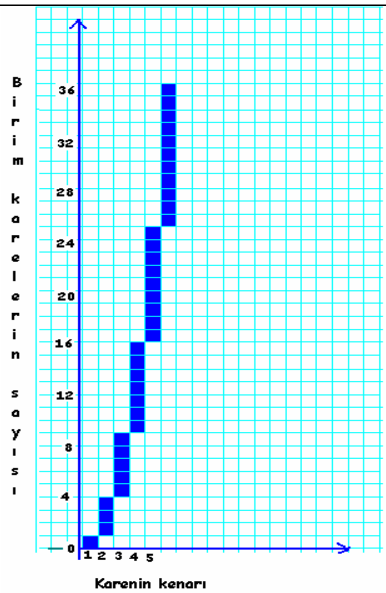
BCS'leri sembolik bir çok işlemi yapmaya fırsat verir.
 	
BCS'leri sayısal işlemi de görme fırsatı sunar.
 	
"*Matematikteki işlemlerin bilgisayarla pratik yapılabileceğini öğrendim. Klavye kullanımında çok şey kazandım.*"
	`> solve(a*x^2+b*x+c=0,x);`
	$\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}, \frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
	`> solve(x^2-4*x+4=0,x);`
	2, 2
	`> solve(x^2+4*x+4=0,x);`
	-2, -2
	`> solve(x^2-4=0,x);`
	2, -2

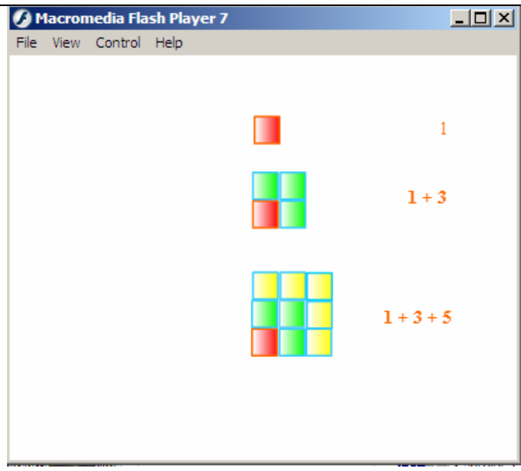
"$f(x)=x^2$ *karenin alanı kenarının bir fonksiyonudur demek için size ihtiyaç duydum onu ifade edemedim. Buna matematikselleştirme diyorum. Bundan sonra bunlara dikkat etmem gerekir.*"

"*Bir konuyla diğer konular arasında bağlantı kurabilmeyi öğrendim. Sonuçları kesin ezber işlemler iyiydi ama sıra kareye gelince alanı bulmak basitti ama ona yorum katmak açıklamak zor olan yanıydı*".





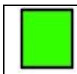
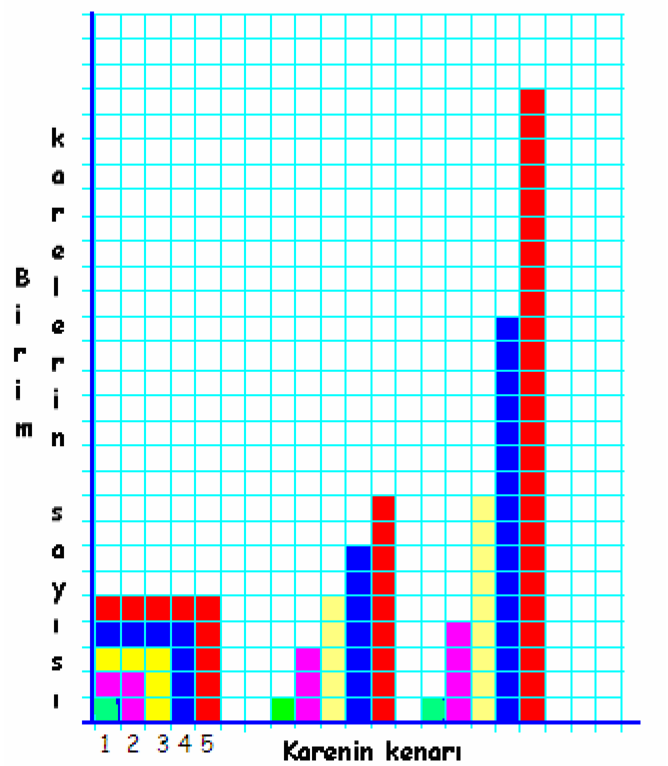
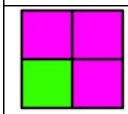
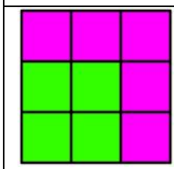
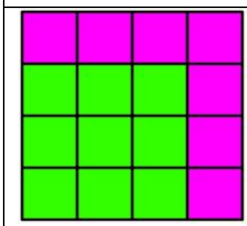




Animasyonda karenin alanının değişimi incelenmiş. Değişimin nasıl gerçekleştiği araştırılmıştır. Değişken kavramı tartışılmış ve öğretmen adaylarının karenin alanının kenara göre değiştiğini ve bu değişimi veren fonksiyonu ortaya çıkarmaları istenmiştir. Bir fonksiyonun sözel okunması ve onunla ilgili örüntülerin oluşturulması bir beceridir.

Okulda sınıflar toplum içindeki etkileşimin devam ettiği yerlerdir. Okulda verilen eğitimde BCS + matematik bu sürece en önemli katkıları sağlar. Çünkü, yeni düzende toplumlar eski toplumlara göre daha karmaşık ortam ve ilişkiler ağı içinde varlıklarını sürdürmektedirler. Bu durumda eğitim paradigması değişmek durumundadır. Günümüzde bu dünyaya ait bilgileri ve hedefleri daha uygun ve kolay aktarmak gerekmektedir.

Matematiğin konusu, sayı, nokta, küme, geometrik şekiller, uzay gibi soyut nesneler ve bu tür nesneler arasındaki ilişkileri yapılandırmaktır. Matematikçi bu nesnelerin özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri ortaya çıkarma, genelleme ve ulaştığı sonuçları ispatlama çabası içindedir. Örneğin tek sayılara ilişkin şu özelliği alalım:

<table>
<tr><td> 1 =1</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>
4 = 1 + 3
$2^2 = 1^2 + 3$</td></tr>
<tr><td>
.. = .. + .. + ..
.. = .. + ..</td></tr>
<tr><td>
.. = .. + .. + .. + ..
.. = .. + ..</td></tr>
</table>

Matematikçi bu genellemenin doğruluğunu gözlemlediği ilişkiyi daha fazla tek sayılar üzerinde yoklayarak değil, ispatlayarak, yani genellemeyi doğru sayılan öncüllerden çıkarsayarak saptamaya çalışır.

$\sum_{k=1}^{n}(2k-1)=n^2$ dir. Matematik, örneklerimizdeki türden ilişkileri bulma ve ispatlama çalışmasıdır. Çünkü dizide bir fonksiyondur. Bu ilişkiyi $f(x)=x^2$ fonksiyonu ile de ilişkilendirmek gerekir.

"*Analitik isteyen konularda zorlandım. İşlemler iyi fonksiyonlarda ama grafik çizme bir de şekilleri kendim tasarlarken zorlanıyorum. Tartışma ortamında birbirlerinin fikrini dikkate almak güzel. Bu çalışmadan dolayı size teşekkür ederim*."

Onur (1993), "Piaget'nin, çocuğun çamur parçacıklarıyla oynarken çok şey öğrendiğini, doğal yollarda çevresi ile aktif etkileşimi sırasında olayları ve nesneleri daha iyi anlamlaştırabildiğini" nakleder. (Onur, 1993). Birey aktif etkileşim içerisinde bilgi parçacıklarını anlamlı bir şekilde ilişkilendirebilirse, bağlantılar oluşturabilirse, o bilgiyi daha kolay sınıflandırabilir, örgütleyebilir ve kodlayabilir. Bruner'a göre bu şekilde kazanılan bilgiler bellekte uzun süreli yer alır (Bruner, 1985). Öğretmen adayı bilgi parçacıklarını ilişkilendirirken zorlandığını ifade etmiş fakat bu çalışmadan da memnuniyetini belirtmektedir.

"*Başkalarından bilgisayarı ders için kullandıklarını duymuştum. Word'da matematik çalışmayı denemiştim ama meğer bu işin altında başka sırlar varmış. Bilgisayarın her alanda işe yarayabileceğini öğrendim. Düşündürücü bir çok soru ile karşılaştım. Direkt cevabı bulurken bunu öğrenciye nasıl anlatacağımızı gördüm. Hissiyatım güven duygusu gibi bir şeydir. Bir soruya nasıl yaklaşmalıyım, soruyu çözerken izleyeceğim adımlar, matematiksel ifadeler, öğrenciye nasıl anlatırım buları düşündüm ve öğrendim. Türevle çözülebilecek soruya farklı bir bakış kazandım. Önce ne gerek var sonucu bulurum diyordum ama çözüm için farklı bir teknik işlem yapmak iyiydi*".

J. Bruner (1966) "öğrenmenin, yeni bilginin var olan\eski bilgilere dayandırılarak yeni fikirler ve kavramların oluşturulduğu etkin bir süreç" olduğunu vurgular.

Yapılandırmacılık kuramına göre, bir bağlam için tek bir doğrunun olması yerine, aynı bağlam içinde geçerli olabilecek diğer seçenekleri, tüm doğruları düşünebilmek idealdir. Bugünün toplumlarına baktığımızda nerdeyse her konu için farklı fikir sahibi insanlar bulunur. Farklı fikirlerin kabul edilebileceğini bilen bireyler yetiştirme eğitimin demokrasi boyutuna yeni anlamlar katabilir. Farklı düşünme şekilleri gelişir ve yaşam sürer. Olası bir çok durum için sonsuz alternatifler bulunabilir. Öğrenenlerin dünyasında da bu anlamda etki yapacak bir çok insan vardır: öğretmenler, arkadaşlar, aile bireyleri, akrabalar, yöneticiler, çevredeki insanlar. Böylece öğrenenler birden fazla kaynaktan, birden fazla yoldan ve birden fazla şekilde bilgilerini oluşturuyorlar ve geliştiriyorlar. Öğrenen, dünya bilgisini öğretmeni, sınıf arkadaşları, aile bireyleri, çevredeki insanlarla olan işbirliğinden yapılandırmaktadır. Bu da yine yapılandırmacılık kuramının önemli ilkelerinden biridir (Vygotsky, 1978). Bu işbirliğine yeni bir ögenin katılması gerekiyor. İşte ona BCS diyoruz. Teori, pratik ve teknolojinin birleştirilmesi üstelik bir de bu durumun içine bizatihi insanın dahil edilmesi bize yapılandırmacılığı matematik eğitiminde tamamlatan en yeni halkalardan birisidir.

Benzer şekilde bir diğer aday da "*kürenin hacmini yüzey alanının fonksiyonu olarak ifade ediniz sorusunda zorlandık.*" diye ifade etmiştir.	

Öğretmen adayının devamında ilettiği "*Önemli olan öğretmen olunca konuyu anlatıp çıkmak değil, o konuyu öğrencinin anlayabileceği gibi çizerek görerek o şekilde birlikte çalışmak olduğunu düşündüm…*" .

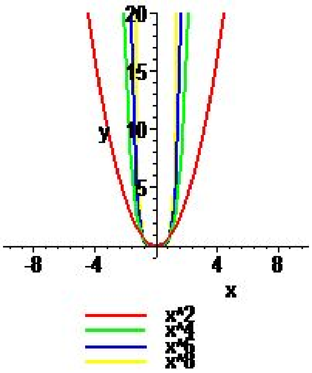
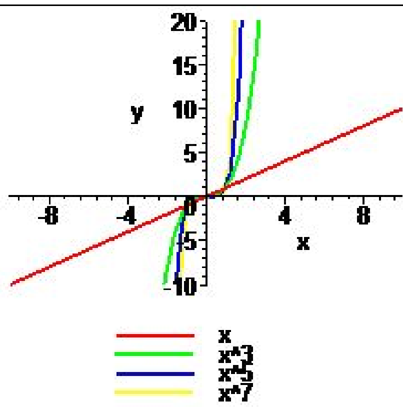
Morf (1998)'a göre bilgi davranışa dönüştüğü takdirde bilgidir; bu davranış nesnel, bilişsel ya da bağlamsal olabilir. Bilgi deneyimlerden türetilen davranış olasılığıdır. Morf, yeni davranışlara neden olabilecek bilginin özellikleri arasında bilginin sabitliğini ya da değişkenliğini, açıklığını ya da kapalılığını, düzenlenme düzeyini, diğer bilgilerle birleştirilebilme olasılığını ve üreticiliğini sayar. Bu bağlamda bir öznenin bir gerçeklik için birden fazla bilgiye sahip olabileceğini vurgular. Nasıl ki bir elma ağacı ekilir ve daha bir çok aşamadan geçer sonra büyürse bilginin de böyle olduğunu savunur. Okullarda ise eğitimin yapraklar ve dallar üzerinden elma ağacının büyütülmeye çalışıldığını eleştirir. Oysa elma ağacı bir dalı koparılsa bile büyümeye devam eder.

Bu açıdan ele alınca sadece animasyon izlenmekle kalmamış, animasyon aracılığıyla değişkenin belirlenmesi, kuralın ortaya çıkartılması, fonksiyon için gerekli denklemi yazılması gibi durumlar semboller aracılığıyla işlenme fırsatı BCS ile gerçekleştirilmiştir.

Matematik eğitimcileri geleneksel olarak matematiksel nesneler ve onların temsilleri arasındaki karışıklıktan kaçınmak amacıyla cebirsel temsilin kullanılmasına odaklanırlar. Öğretmen adayları matematik öğrenirken geometri ve sezgisel temsili ele almamışlardır. Çünkü onlar için temsilin cebirsel sistemi formaldır, diğerleri değildir. Bu yüzden öğretmen adayları kavramları yapılandırmada temsilleri yeniden ele almaya başlamışlardır. Matematiksel nesnenin bir öğrenci tarafından inşası bir çok görsel temsilin kullanımına bağlı olarak şekillendirilmelidir.

"grafiklerin yönünü gayet iyi yorumlayabilirim…"

Yapılan çalışmada bir kuvvet fonksiyonundan yola çıkarak grafikler üzerinde yorumlama yapılmıştır.

	
x^2 , x^4 , x^6 , … gibi kuvvet fonksiyonlarının grafikleri yukarıda gördüğünüz gibi "yukarı kupa" şeklindedirler. Eğer $2 < n$ yani n > 2 den büyük tamsayı ise, $y = x^n$ nin grafiği x^2 nin grafiğine benzer. Ancak başlangıç noktasının komşuluğunda daha basık ve $1 < \|x\|$ olduğunda daha diktir.	Tek dereceden x^3, x^5, … kuvvet fonksiyonlarının grafikleri güneybatıdan kuzeydoğuya gider. Eğer $1 < n$, n birden büyük bir tamsayı ise, $y = x^n$ nin grafiği, y = x^3 ün grafiğine benzer ancak yine başlangıç noktasının komşuluğunda basık ve $1 < \|x\|$ olduğunda daha diktir.

Ortak anlayış geliştirmek için bireyler arasında etkileşime gerek vardır. İyi bir etkileşim için diğer bireylerin varlığına ve anlayışlarına ihtiyaç vardır. Sadece iletmek yeterli değildir aynı zamanda iletilenin iletiyi nasıl alacağı bilgisinin de gelişmesi gerekmektedir. Bu da “öteki”nin bilgisinin de içselleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu içselleştirme “öteki”nin durumunun bilişsel olarak tahmin edilmesini gerektirmektedir.

Öğrenciler Yapılandırmacılık + BCS ile matematikle ilgili deneyimlerde bulunmakta ve gerçekliğe kendileri de katılmaktadırlar. İnsandan ve deneyimden bağımsız ve bunlardan etkilenmeyen bir gerçeklik var olamaz. Yaşanılan her deneyim matematik için yeni bir gerçeklik yaratır.

Gelişimci eğitim öğrenmenin toplumsal tarafını kabul eder ve konuşmayı, diğerleriyle etkileşimi ve bilginin uygulanmasını öğrenmenin bir parçası olarak kullanır.

“*Karmaşık ve zor bir ders bekliyordum. Başarmamız gereken güzel bir ders. Yapılan bu çalışmayla bildiğim matematik biraz daha kavramsallaştı. Problem çözümünde ihtiyacım olan (değişken, tablo, grafik vb) şeyleri öğrendim. Tahtaya çıkıp arkadaşlarımla tartışınca da yaşadığım korku gitti*”.

Öğrenenin sahip olduğu bilgi ve öğrenmesi beklenen bilginin yaklaştırılması eğitim için bir zorunluluktur. Bilginin doğruluğu, öğrenenin doğası, bakış açısı ve ona göre geçerliliği (uygunluğu) ile ilişkisinin de düşünülmesi gerekir. LaRochelle & Bednarz (1998), bu süreçte öğrenenlerde olan her an değiştirilebilen, esnek şemaların farkında olmak gerekir derlerken gözlemleri yapan gözlemcinin sahip olduğu özellikler üzerinde durarak nesnel görüşü genişletirler.

Yapılandırmacılık + BCS, davranışlarımızı anlam vermeye yarayan anlatıları da içeren bireyin ya da topluluğun bilişsel davranışlarının akılcı bir modelinin geliştirilmesini merkeze almalıdır.

Bilmek, daha sonraki deneyimleri kontrol edebilmek için önceki deneyimlerin oluşturulması eylemidir. Önceki matematik deneyimlerden çıkarımda bulunmak ilgili doğru ve yanlışları yaratır. Böylece doğruluk, önceki matematik deneyimlerden kaynaklanan, beklenen anlamlar ve gerçekleşen çıkarımlarla gerçekliğin birbiriyle aynı anda uyumlu olması durumudur. Bu anlamda, doğruluğun doğasında geçicilik vardır. Deneyimlerin çoğalması ve zenginleşmesi doğru kavramını da değiştirmektedir.

Okulda sınıflar toplum içindeki etkileşimin devam ettiği yerlerdir. Okulda verilen matematik eğitimi bu sürece en önemli katkıları sağlar. Çünkü, yeni düzende toplumlar eski toplumlara göre daha karmaşık ortam ve ilişkiler ağı içinde varlıklarını sürdürmektedirler. Bu durumda eğitim paradigması değişmek durumundadır. Günümüzde bu dünyaya ait bilgileri ve hedefleri daha uygun ve kolay aktarmak gerekmektedir. Burada okul matematiğinin üzerine düşen sorumluluklar gün geçtikçe artmaktadır.

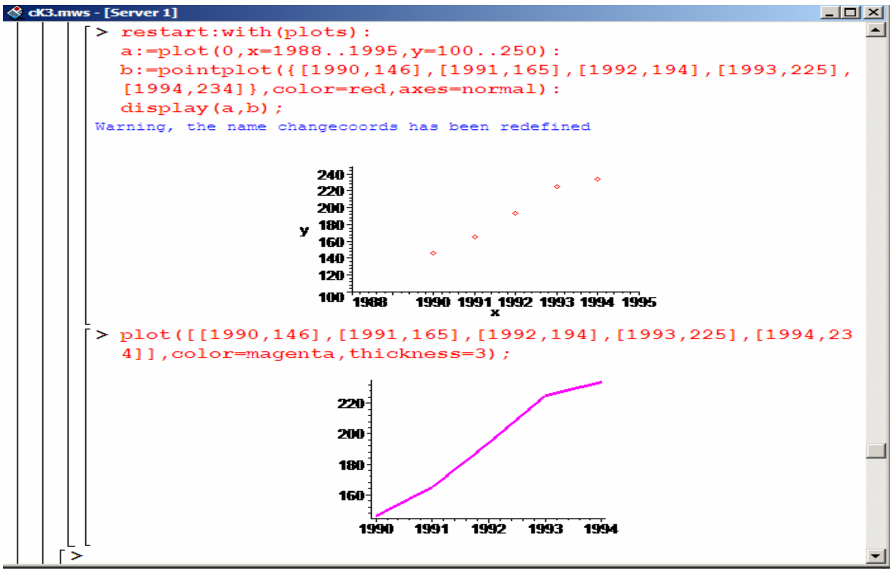
"Böyle düşündüren sorularla ders işlememiştik. Tablo yapmak aklıma gelmezdi…". Yapılan çalışmalardan birisi tablosu verilen bir veriyi yorumlamaktı.

Soru: Tabloda 1990'dan 1994'e kadar ABD'de hastanelerden İnsanda Bağışıklık Sistemini çökerten (Human Immunodeficiency Virus HIV) tanısı ile taburcu edilen hastaların bin cinsinden sayısını vermektedir.

Yıl	1990	1991	1992	1993	1994
HIV tanısı ile taburcu olanlar	146	165	194	225	234

Kaynak:National Center For Health Statistic, Vital and Health statistics – Spiegel ve Stephens

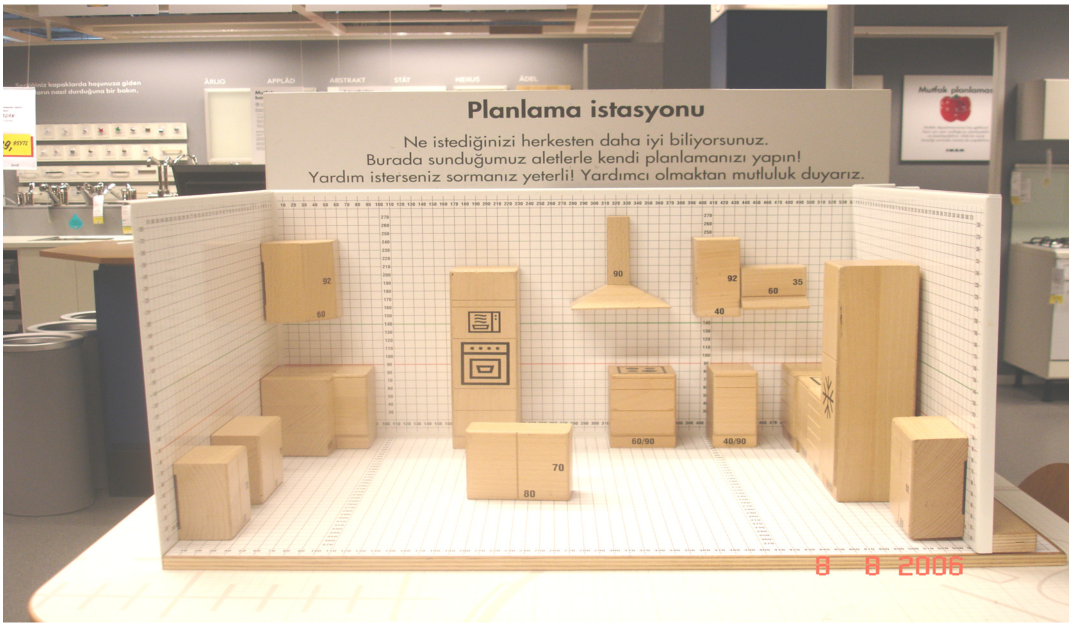
Bu grafikte, HIV tanısı ile taburcu edilen hastaların sayısı bağımlı değişken ve zaman bağımsız değişkendir. Noktalar tablodan okunan (1990, 146) gibi koordinatlarla (sıralı ikililerle) alışıldığı şekilde yerleştirilir.



Düşünelim, grafik bu bilginin <u>kendisi</u> değildir. Grafik sadece simgedir, onu çizenin koyduğu sınırlamaları içeren, onun bilişsel ve gerçek deneyimlerini buluşturan bir simge. Bu bağlamda, bizim bilgimiz ve gerçeklik olarak adlandırdığımız şey arasındaki ilişki von Glasersfeld'in deyimiyle "işlevsel bir uygunluktur". Matematik işlevsel uygunluğun ortaya çıkartılmasındaki gücümüzdür. Matematiğin bu yönünün ortaya çıkartılması gerekir. Gerçeklik ve nesneler dünyasından semboller ve modeller dünyasına geçiş yapılmalı bu dünya, yapanın ve yaratanın bilişsel ve gerçek deneyimlerine ve toplumsal ilişkilerine de yer vermelidir (LaRochelle & Bednarz, 1998). BCS işlevsel uygunluğa yürüdüğümüz yolda bir teknik olarak elimizdedir. Atasözünü kullanırsak alet işler el övünür.

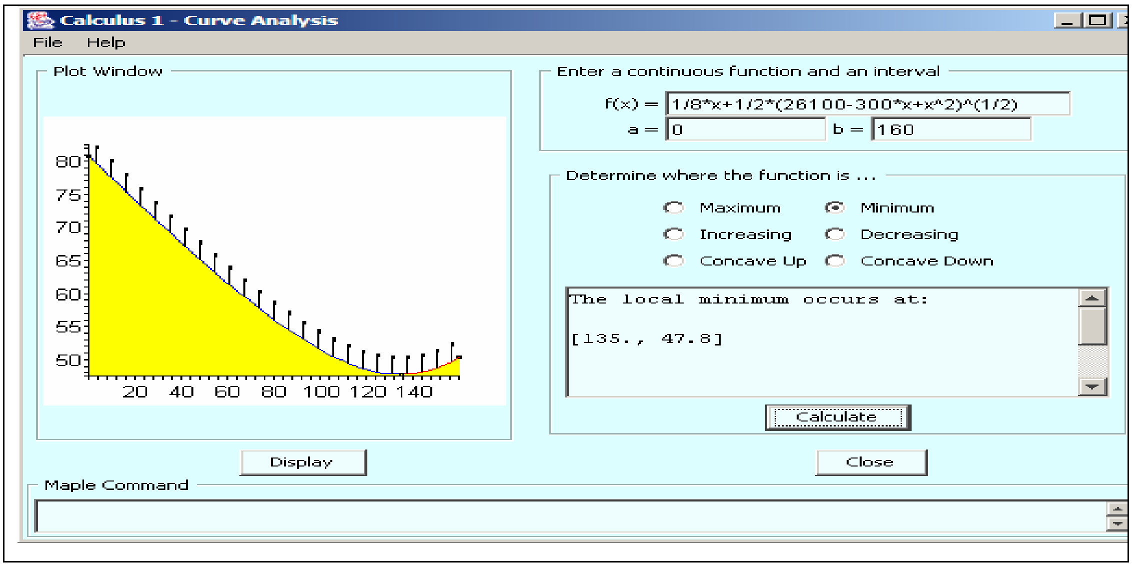
Von Glasersfeld (1978) bilgi nakledilemez, nötr da olamaz derken, bilginin yapılandırıldığını, üzerinde anlaşıldığını, öne sürüldüğünü, ve yaratıcısının gerçekliğini uygun olarak şekillendirildiği sürece devam ettiğini söylerken bugünün eğitimini eleştirir. Zira bilginin bir kaynaktan bir alıcıya nakledilmesi kavramı bugün eğitimin hala en önemli ilkesidir. Oysa, yapılandırmacılık; alıcıların edilgen olarak hazır bilgi kırıntılarnın nakledilmesini beklemesi yerine bunları kendilerinin yapılandırması gerektiğini öne sürer. Bu bağlamda, öğrenenlerin etkin bir yapılandırma sürecine yönlendirilmeleri gerektiğini savunur. Bunu da eğitim süreçleri, oluşturdukları, yapılandırma sürecinde üzerinde durdukları öğeler üzerine fikirlerini yansıtmalarıyla olur; burada sürece dahil olan unsurların ve davranışların doğasının tek bir nedene bağımlı olmadığı bilincinin geliştirilmesi önemlidir.

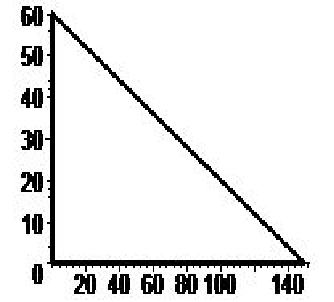
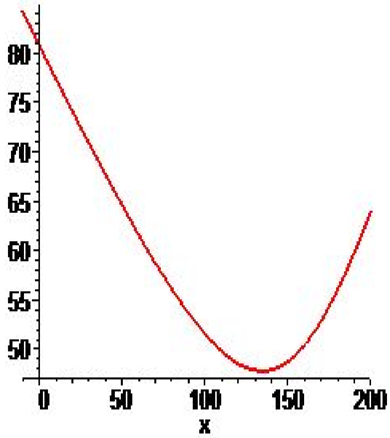
Jim Garrison (1998)' da Mead ve Dewey'den esinlenerek eğitimcilerin beklemeksizin bedeni, onun edimlerini ve tutkularını müfredatlarına yerleştirmeleri gerektiğini, eğitimin insan doğasının sadece bilişsel yönüyle ilgili olmadığını toplumsal yanının da önemli olduğunu vurgular.



"Cankurtaranlı soruda <u>düşünmemi</u> *geliştirmem gerektiğini kavradım. Denklem ve fonksiyon arasındaki farkı gördüm. Tanım kümesi, değer kümesi, iki fonksiyonu birleştirme. Bilgisayarda denemelerle daha kolay oldu."*

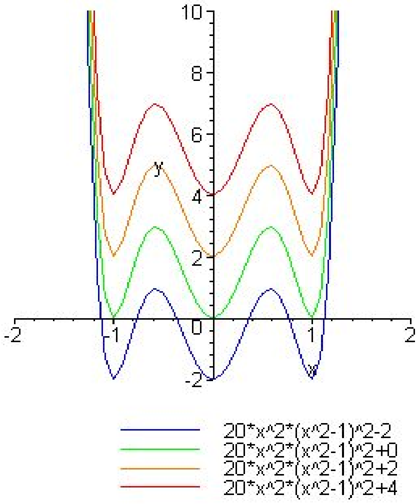
Soru: İnebolu'da sahilde, bir cankurtaran bir yüzücünün başının dertte olduğunu görür. Yüzücü cankurtaranın olduğu yerden sahil boyunca 150 m ileridedir. Kıyıdan ise 60 m açıktadır. Cankurtaran ortalama 8 m/sn hızla koşabildiğine ve ortalama 2 m/sn hızla da yüzebildiğine göre yüzücüye en kısa zamanda nasıl ulaşır (Akıntının yüzmeyi engellemeyecek kadar az olduğu varsayılmıştır).



130, 47.87277660 131, 47.84323796 132, 47.82091953 133, 47.80592366 134, 47.79834940 135, 47.79829220 136, 47.80584360 137, 47.82109096 138, 47.84411708 139, 47.87500000 140, 47.913812		

Morf'a (1998) göre bilgi bilinen anlam kategorilerine göre nitelendirilmemeli, bunun yerine dinamik bir süreç olarak algılanmalıdır.

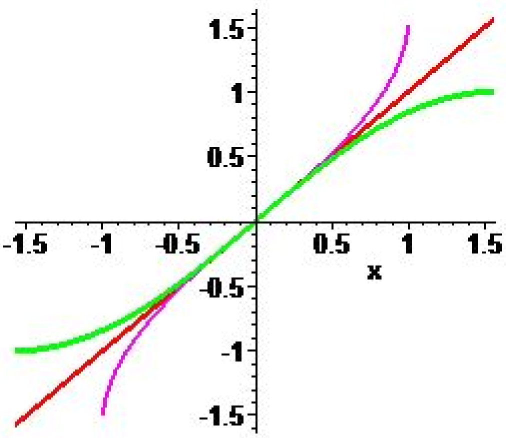
"*Simetri görmeyi öğrendim. Tanım ve değer kümelerini daha ayrıntılı incelemeyi, tablo yapılandırmayı en ayrıntılı şekilde gördüm*" diye ifade etmektedir. Simetri matematikte aranılması gereken önemli bir kavramdır. Adaylar fonksiyon kavramında simetri aramayı öğrendiler. Bunu çözdükleri bütün problemlerde aramayı sürdürerek gerçekleştirdiler.

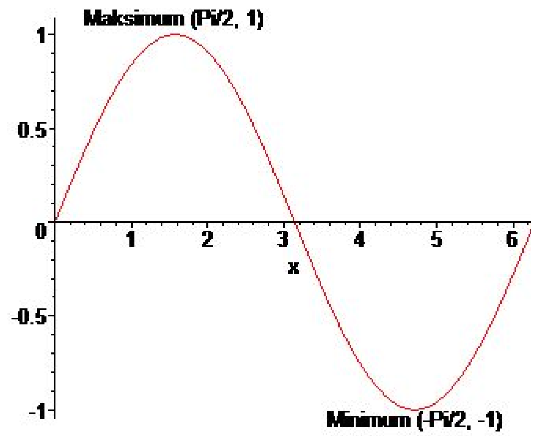


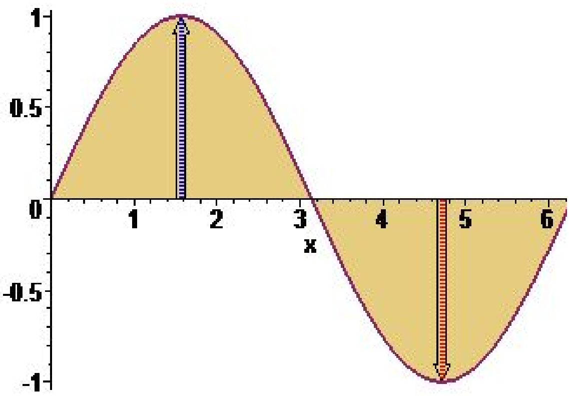
Örneğin dersteki bir incelemede $f(x) = 20x^2(x^2-1)^2$ ve $f(-x) = 20(-x)^2((-x)^2-1)^2$ bulunur ve tanım kümesi üzerinde $f(T)$ başlangıç noktasına göre bir simetri aranır. Çift fonksiyonlardaki bu durum örneklerin keşfiyle elde edilir. Bu durumlar öğrencilerin kendi çıkarımlarını ve uyarılarını kendi kendilerine not etme fırsatı sağlar.

"*Kökleri grafik üzerinde yorumlamayı öğrendim. üs ile kök sayısı arasındaki ilişkiyi gördüm. Grafik çizme zayıf yönüm değil yavaş yavaş kuvvetli yönüm gibi olacak. Tanım ve değer kümesini bulmada da gelişiyorum.*"

"*Fonksiyon ile tersindeki simetriyi gördüm. Tepe ve dip noktalarına bakmayı öğrendim. Daha fazla yorum yapıp arkadaşlarımla tartışmalıyım. Grafikleri yönünü gayet iyi yorumlayabilirim (artan ve azalan…). Bu ders yorum ve anlatıma da dayalı. Derse devam önemli çünkü problemler çok farklı. Farklı bakış açıları aramaya başladım*".

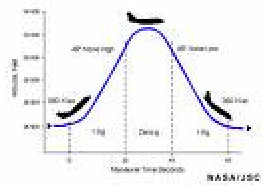






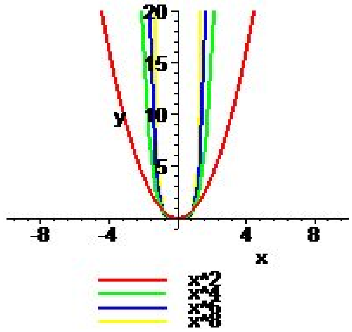
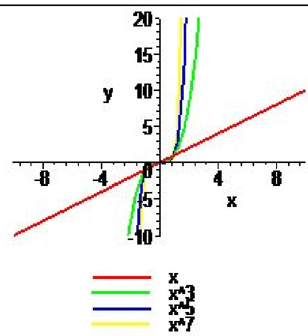
Öğretmen adaylarının mesleğe yönelik hazırlanmalarında nesneyle aralarındaki zihinsel ilişkiyi vurgulayacak çalışmalar yaparak matematikçiliğe yönlendirilmeleri gerekir.

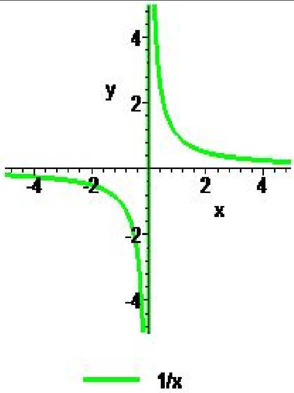
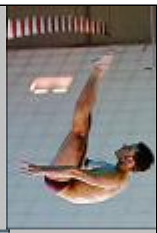
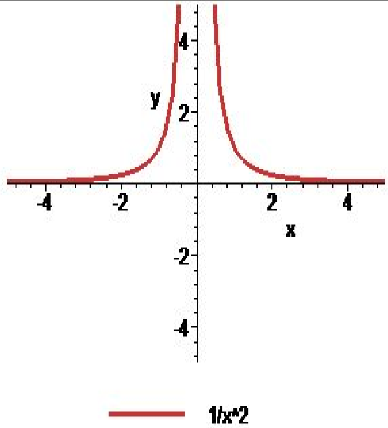
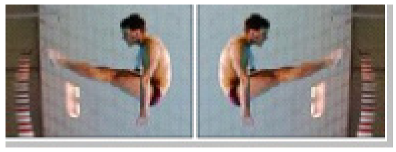
Bilgi yapılandırma diğer öznelerle etkileşim sonucunda süreç boyunca birlikte gerçekleştirilir. Dolayısıyla *yapılandırma* kavramı içerisinde işbirliği ve toplumsallık sağlanır. Moll'a göre "Vygostky eğitimin toplumsal ve kültürel bir etkinlik olduğunu ve bilimsel olarak incelenecek kavramları da ayrıştırmak yerine bütün olarak görülmesi gerektiğini" söylüyordu. *Yapılandırma(k)* kavramı da bu bütünlüğü sağlamaktadır. Kavramda eylem, eylemi etkileyen ve etkilenen de vardır. Bu durum matematik öğretmeni yetiştirmede çok daha fazla gözönünde bulundurulmalıdır.

"grafiklerin artan ve azalan olduğunu yönü kullanarak söylemek…"	

Öğretmen adayı da matematiksel kavramların kendilerini ve bunlar arasındaki zihinsel ilişkileri kapsayacak şekilde matematik edinme süreci yaşamalıdır. Diğer bir deyişle matematiksel kavramların kendileri birer ilişkidirler, bu ilişkiler başka kavramlarla ilişkilidir. Örneğin; fonksiyonu ele alalım. Fonksiyon kavramında denklem vardır. Denklem kavramında bağıntı vardır. Denklemle fonksiyonun ayırt edilmesi gerekir. Çünkü fonksiyonda sabit ve katsayı kavramına ilaveten değişken vardır. O halde fonksiyon kavramı denklem kavramının özel bir halidir. Bu durum aşağıdaki şemada ele alınmıştır.

"… *genelden özele gidiş* $f(x) = x^k$ *k nın durumlarına göre tartışmamız. Daha fazla yorum yapıp arkadaşlarımla tartışmalıyım*"

 k çift pozitif tam sayı	 k tek pozitif tam sıy

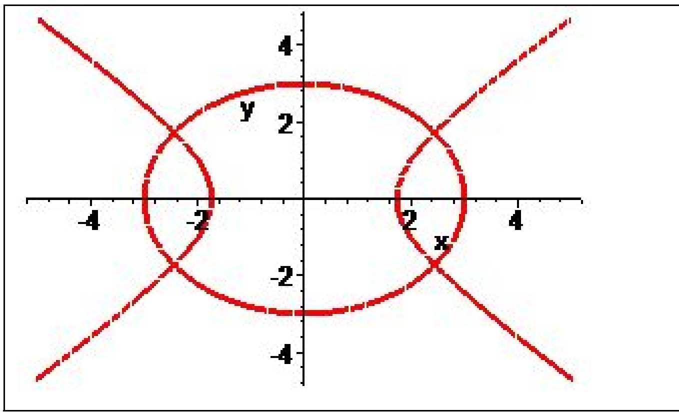
 k negatif tek tamsayı		  k negatif çift tamsayı

Öğreten, öğrenmenin toplumsal tarafını kabul edip ve konuşmayı, diğerleriyle etkileşimi ve bilginin uygulanmasını öğrenmenin bir parçası olarak kullanmalıdır. BCS ile matematiğin problem çözmede etkileşimi daha arttırmasını gözleyebiliriz.

Bilmek, daha sonraki deneyimleri kontrol edebilmek için önceki deneyimlerin oluşturulması eylemidir. Önceki matematik deneyimlerden çıkarımda bulunmak ilgili doğru ve yanlışları yaratır. Böylece doğruluk, önceki matematik deneyimlerden kaynaklanan, beklenen anlamlar ve gerçekleşen çıkarımlarla gerçekliğin birbiriyle aynı anda uyumlu olması durumudur. Bu anlamda, doğruluğun doğasında geçicilik vardır. Deneyimlerin çoğalması ve zenginleşmesi doğru kavramını da değiştirmektedir.

“ bilgisayarda çözüm yollarını aramak güzeldi. çöz cevabı işaretle. Başka şey düşünmüyormuşum. Kavramları eksik kullanıyormuşum. yok etme metodu ile çözüm diyemedim…”

soru: $\left.\begin{aligned} x^2 + y^2 &= 9 \\ x^2 - y^2 &= 3 \end{aligned}\right\}$ denklem sistemini nasıl çözersiniz?



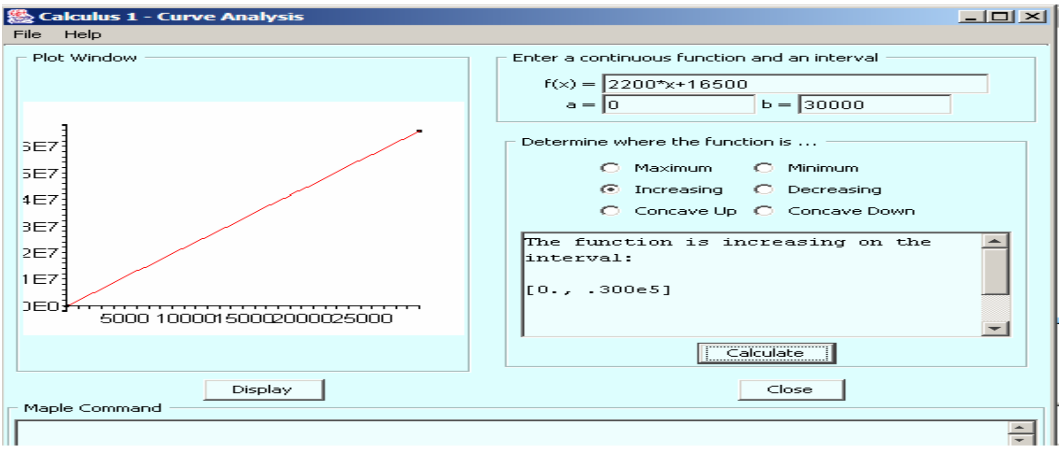

```
> solve({x^2+y^2=9,x^2-y^2=3},{x,y});
```

$\{x = \mathrm{RootOf}(\_Z^2 - 6), y$

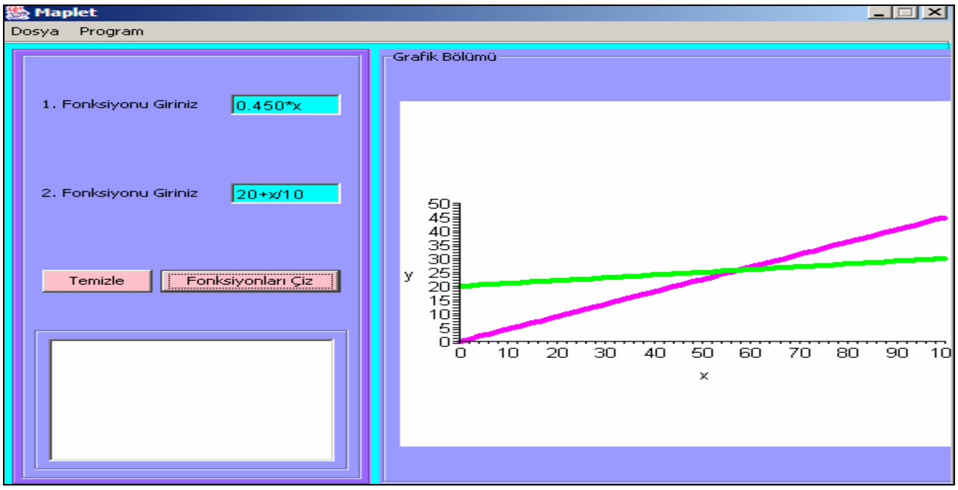
Okulda sınıflar toplum içindeki etkileşimin devam ettiği yerlerdir. Okulda verilen matematik eğitimi bu sürece en önemli katkıları sağlar.

"*Denklemler* konusunda *bir çok şey kazandım. Arkadaşlarımla yardımlaştım. Derse hazırlıksız gelmemem lazım. Maple'da bu kadar çok çizim yapmak çok hoşuma gitti*".

Denklemlerdeki problemlerden birisi; Çanta üreten bir firmanın günlük sabit giderleri 16500 (YTL) dir. Günlük 100 adet çanta için 236500 (YTL) harcama yapılmaktadır. Firmanın üretimi ile maliyeti arasında doğrusal bir bağıntı varsa bu bağıntı ne olmalıdır ? şeklindeydi.



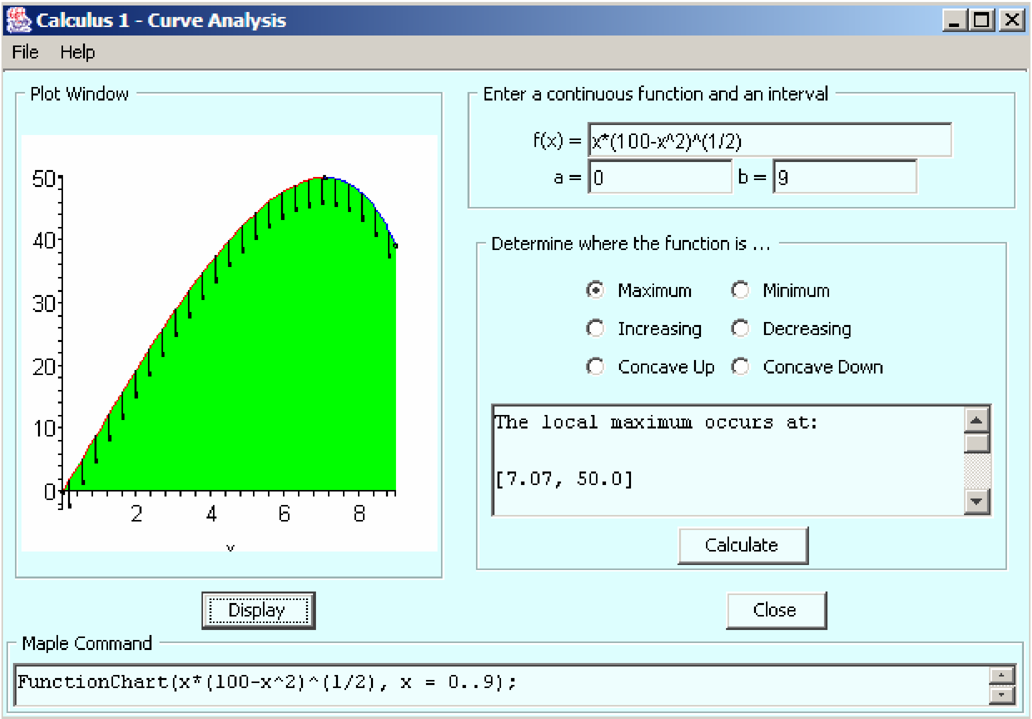
Öğretmen adayları bu şekildeki sorularla kavramları sorguladılar. Bir başka soruda; "Arkadaşınız size gazetede gördüğü iki telefon firmasının ilanını gösteriyor. A firması, aylık sabit 20 YTL ve dakikası 100 kuruşa telefon servisi önermektedir. B firmasının aylık sabit ücreti yoktur ama dakikası 450 kuruştur. Bu durumda arkadaşınız hangi firmayı tercih etsin?



Yapılandırmacılığa göre bilen kişi aynı zamanda yapabilen ve değişiklik yaratabileceğini bilen kişidir. Bu bağlamda, yapılandırmacılığın güç-bilgi ilişkisini sorgulayacak ve bu ilişki üzerinde fikir yürütebilmemizi sağlayacak güçlü bir araç olabileceğini okul matematiğinde de düşünmek istiyorsak BCS programın içinde yer almalıdır. Dünya görüşü, bilgiyi ve gerçekliği dinamik bir süreç olarak kabul eden yapılandırmacılık durağan-statik gerçekliğin varlığını sorgulaması için matematikçilerin BCS'ye ihtiyacı vardır. Bu bakımdan da yapılandırmacılığa toplumlardaki güç ilişkilerine eleştirel bir bakış getirmektedir diyen LaRochelle & Bednarz (1998)'a hak verecek olursak matematik öğretiminde BCS'nin yerini alması gerekir.

Yapılandırmacılık aynı zamanda bir bilgi kuramıdır. Epistemolojik yapılandırmacılık sibernetik ve bilgi felsefesine dayanır. 20. yy.da da Jean Piaget <u>Bilgi dediğimiz şeyi çocuk nasıl ediniyor?</u> sorusu ile çocukların bilişsel gelişimini anlamaya çalışırken <u>her şeyden bağımsız olarak var olan gerçekliğin doğru simgeleri (representation) bilgiyi oluşturur</u> der. Von Glasersfeld buna karşı çıkar, gerçeklik ve bilgi arasında "geçerlilik-uygulanabilirlilik" dediği yeni bir ilişki öne sürer. Buna göre hareket, işlem, kavramsal yapı ya da kuram bile kişinin bir görevi tamamlaması ya da bir amacı gerçekleştirmesi için uygulanabildiği sürece <u>geçerlidir-uygulanabilirdir</u>. Böylece, bilgi; bizim deneyimimizin dışındaki dünyayı simgeleştirme yerine deneyimlerimizin içindeki bir araç olmalıdır.

"*Çemberin içine yerleştireceğimiz dikdörtgenin ölçülerini aramak. Bilgisayarda yapınca bilgisayarla daha iyi yorumladım.*"



6, 48.00000000	7.0, 49.98999900	7.0, 49.98999900
7, 49.98999900	7.1, 49.99831897	7.01, 49.99260517
8, 48.00000000	7.2, 49.96613253	7.02, 49.99482149
	7.3, 49.89164158	7.03, 49.99664632
	7.4, 49.77290829	7.04, 49.99807801
	7.5, 49.60783708	7.05, 49.99911493
		7.06, 49.99975539
		7.07, 49.99999772
		7.08, 49.99984023
		7.09, 49.99928122
		7.10, 49.99831897

Eğer bu durumları gerçekleştirmek istiyorsak BCS'ye ihtiyacımız vardır. Piaget içinde bilgi, gerçekliğin bir kopyası değil, uyum sağlama amacıdır. Matematikte, Von Glasersfeld (1998)'in vurguladığı uyum sağlama sürecindeki düzeylerinden tutarlı ve çelişkisiz yapılar oluşturacak kavramsal düzey için BCS'ye ihtiyacımız vardır. Bu kavramsal düzeye problem çözme ile daha kolay ulaşabiliriz.

Görüldüğü gibi Von Glasersfeld kişinin dışında var olan gerçekliğe eleştirel bir bakış getirir. Bunu, bilgiyi kendi deneyimlerimiz sonucunda türettiğimizi söyleyerek destekler, deneyimin farkında olduğumuz duygular, deneysel ve düşünce ürünü soyutlamalardan meydana geldiğini açımlar. Buna ek olarak, düşünen bir varlık olarak kişinin deneyimler içinde yaşadığını ve bu deneyimlerin dikkat süreci içinde bölümlenmiş olarak yansıdığını, bölümlerin de algı organları ve motor organlar tarafından şekillendirildiğini, daha sonra da eski öğrenilmiş olan bilginin üzerine yeni bilgilerin öğrenildiğini betimler. Bundan dolayı da deneyimin her zaman kişisel olduğunu belirtir. Ussal bilginin deneyimler içinde var olduğunu ve bunların düzenli ve tahmin edilebilir bir dünya yaratma çabasının sonucunda oluşturulduğunu savunur.

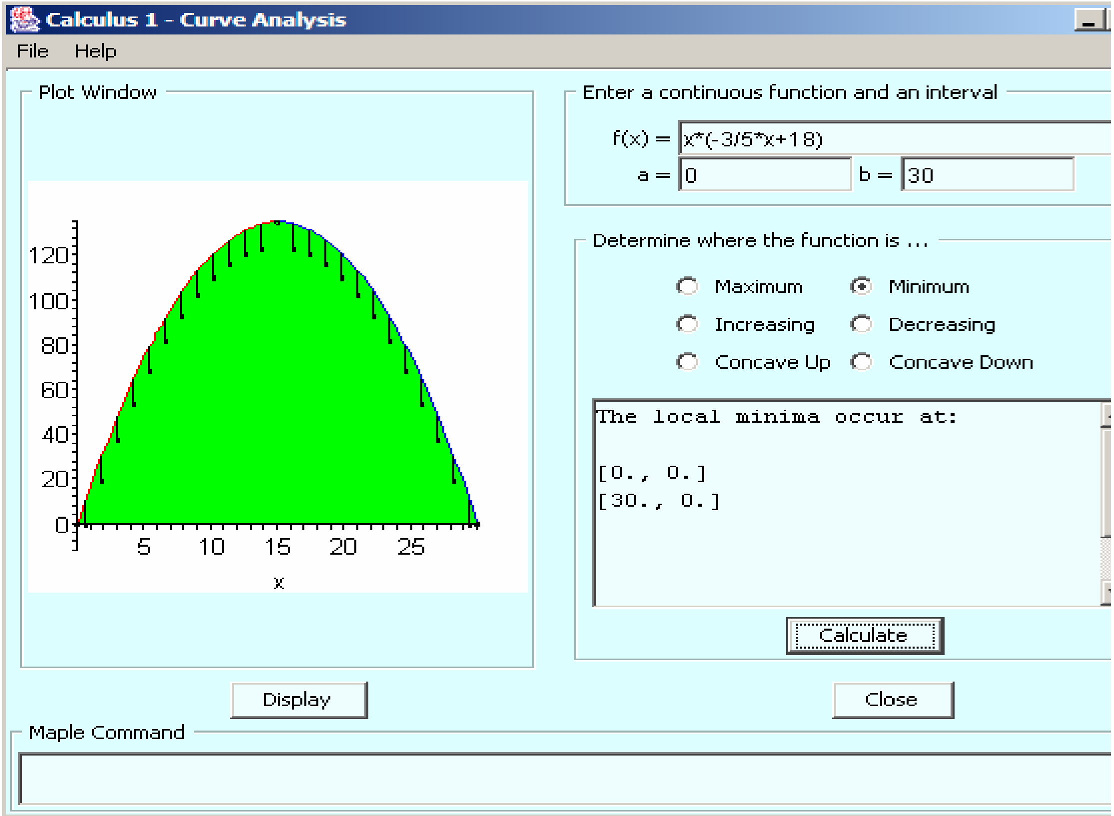
Yapılandırmacılık + BCS öğrenmeye ve eğitime getirdiği bu yeni yaklaşımla yeni uygulamalara da olanak sağlamıştır. Öğrenenler edilgen olarak bilgiyi beklemek yerine etkin olarak öğrenme sürecine katılmışlar ve kendi bilgilerini oluşturmuşlardır.

Bir adayda bu durum için "*Bilgisayarın çizmesi bizi tembelleştirebilir. Çizdikten sonra pek inceleme yapmadan diğer çizime geçebiliyorum. Kağıt kalem kullanarak çözümü düşünüp bilgisayarda görmek iyi oluyor"*

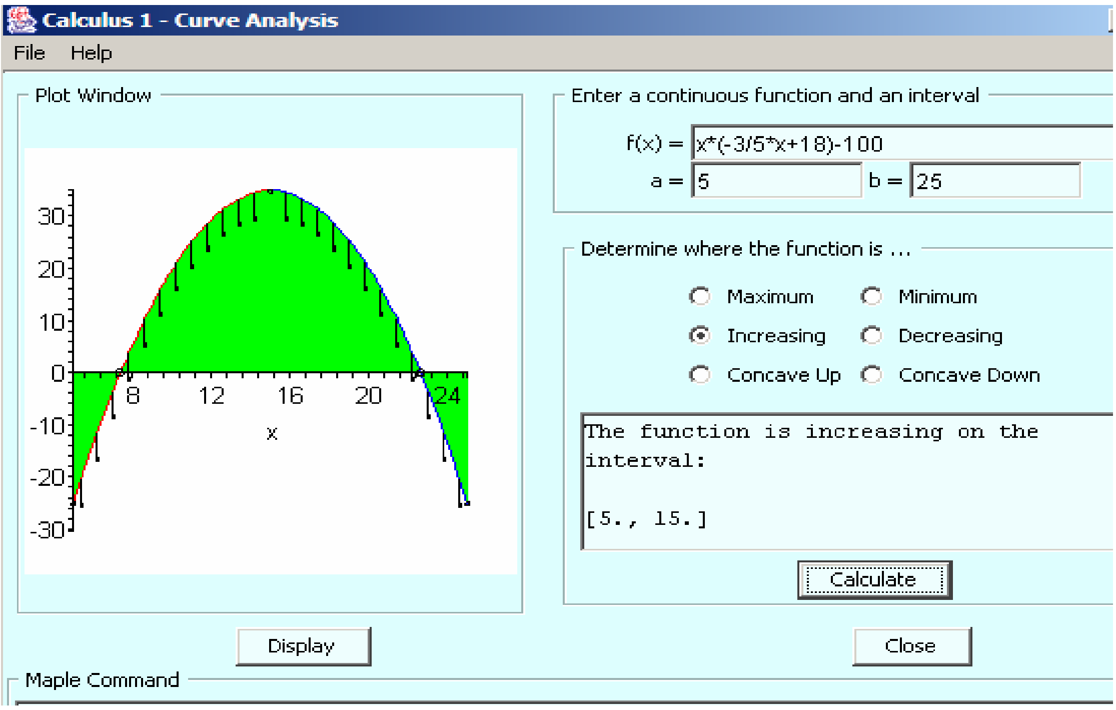
Smith (1993) "Bilgi yapılandırma sırasında bilgiyi yapılandıran en çok etkilenir. Bilgi yapılandırma, zihinsel süreçin gerçekleştirilmesi esnasındaki süreçlerin geçirilmesi ile başarılır, böylece bilgi yapılandırma bireysel ve içsel bir kavramdır" der. BCS + Yapılandırma bir eylemdir, çevreden ve ötekilerin varlığından bağımsız değildir. Bilgi yapılandırma diğer öznelerle etkileşim sonucunda süreç boyunca birlikte gerçekleştirilir. Dolayısıyla *yapılandırma* kavramı içerisinde işbirliği ve toplumsallık sağlanır. Moll'a göre "Vygostky eğitimin toplumsal ve kültürel bir etkinlik olduğunu ve bilimsel olarak incelenecek kavramları da ayrıştırmak yerine bütün olarak görülmesi gerektiğini" söylüyordu. *Yapılandırma(k)* kavramı da bu bütünlüğü sağlamaktadır.

Kavramda eylem, eylemi etkileyen (BCS) ve etkilenen de vardır. "*Bayrama giderken lisedeki matematik öğretmenime bu programı götüreceğim."* Matematik öğrenene uygun bir ortam düzenleme ile karşı karşıya kaldığımızın farkına varmalıyız.

"*Grafikleri daha iyi anladığıma inanıyorum. Arsa problemini çözerken tanım kümesi ve değer kümesini niçin bulduğumu, problemleri grafik üzerinde daha kolay çözdüğümü anladım. Problem çözme konusuna daha dikkat etmeliyim*".



Problem daha sonra 100 birim alanlı bir arsa elde etmek isteseydik ne gibi bir çalışma yapmalıydık sorgulamasına nümerik düzey dört ondalık basamağa giden çalışmalara olan ihtiyaca dikkat çekmeye çalışmıştır.



Yukarıda grafik A(x) = 100 olan bir x değerinin x = 5 ve x = 10 değerleri arasında ve diğer bir x değerinin x = 20 ve x = 25 değerleri arasında bulunduğunu gösterir.

5, -25 6, $\frac{-68}{5}$ 7, $\frac{-17}{5}$ 8, $\frac{28}{5}$ 9, $\frac{67}{5}$ 10, 20	7, $\frac{-17}{5}$ 7.1, -2.44600000 7.2, -1.50400000 7.3, -0.57400000 7.4, 0.3440000 7.5, 1.2500000 7.6, 2.1440000 7.7, 3.0260000 7.8, 3.8960000 7.9, 4.7540000 8.0, 5.6000000	7.3, -0.57400000 7.31, -0.48166000 7.32, -0.38944000 7.33, -0.29734000 7.34, -0.20536000 7.35, -0.11350000 7.36, -0.02176000 7.37, 0.0698600 7.38, 0.1613600 7.39, 0.2527400 7.40, 0.3440000

Yapılandırmacı bakış açısına göre bilimsel bilgi belirli bir deneyim alanı içinde geçerli olan kuramsal modellerden oluşur. BCS bu aşamada iyi bir model olarak hem basit, hem işlevsel olması nedeniyle öğretmen eğitimine ve okul matematiğine katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla kuramsal modeller sadece amaca ulaşmak için kullanılan araçlardır. Bilgisayarın eğitimde kullanılmasında bu yönü iyi değerlendirmek gerekir.

BCS ayrıca birden çok durumda işe yarayan bir araç olarak ele alınabilir. Bu durumda iyidir ve tercih edilebilir.

Von Glasersfeld (1998) eğitim kavramını ve yapılandırmacılığı birleştirmek için iletişim üzerinde durur. İletişimin eğitim içindeki tanımının önemini vurgular, iletişimin öğretmenlerin düşüncelerinin ve bilgilerinin kelimeler şeklinde paketlere sarılıp alıcı olan öğrenenlere göndermenin yerine öğrenenleri bu düşünceleri ve bilgileri kendilerinin yaratmasına yönlendirilmeleri gerektiğini söyler. *"Yazınca hemen çıkıyor ama formülleri iyi kurmak lazım …"*. BCS öğretmen adayına bu şekilde bir eğitim sunması amacıyla elimizde bulunmaktadır. Üstelik Von Glasersfeld (1998) öğrenenlerin ön bilgiye sahip olduğundan yola çıkmamız gerektiğini, bunun bir başlangıç noktası oluşturduğunu vurgular.

"*Grafikleri artık daha iyi* anladığıma *inanıyorum. …"*

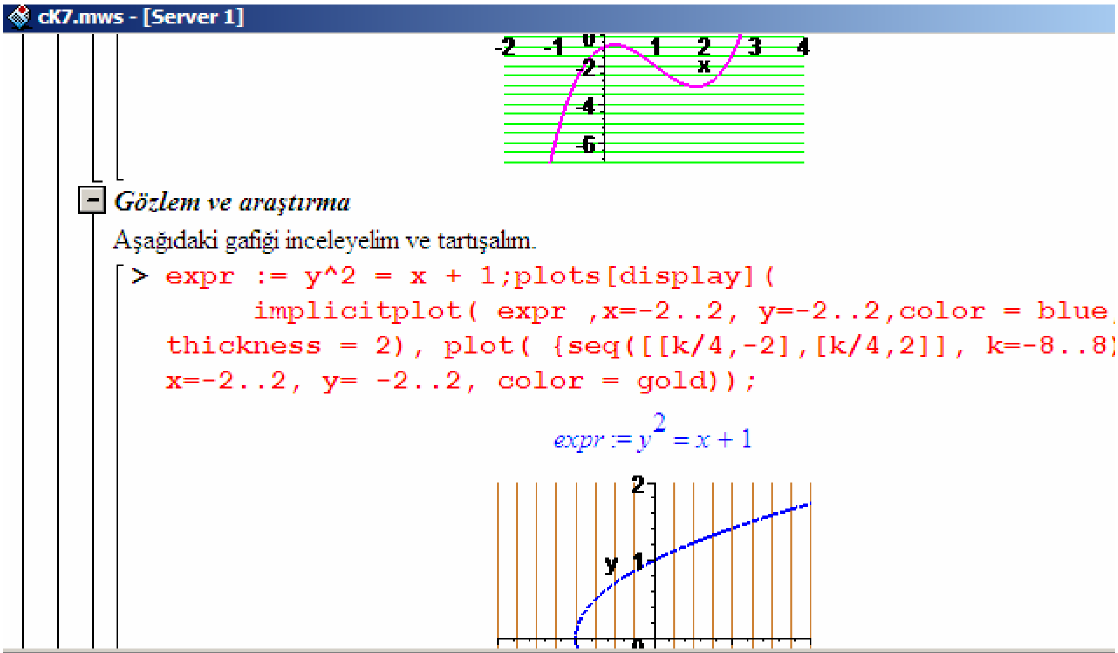
"bilgisayarda görüp yorumlamaya yeni başladım. Tablo yapılandırmayı değerleri yorumlamayı …"

Öğretmen eğitiminde matematik öğretmen adaylarının ve matematiği öğrenenlerin anlamlar çıkarabilecekleri ve deneyler yapabilecekleri bir ortama ihtiyaçları vardır. Öğretmen adayları öğrenme süreçlerini sorgulamalı, bu şekildeki bir başlangıçla kendi kendini düzenlemeye, özerklik duygusuna ve etkin öğrenme sürecini kendisinin başlatmasına BCS fırsat vermektedir. Bu eylem eğitimlerinin ilk yıllarından itibaren başlamalıdır. Bu şekilde gidilecek yapılanmada BCS'deki çalışma yaprakları bireysel ilerleme içinde imkanlar sunar.

"*Derse erken* gelip *bilgisayarda tekrar yapmak* ..."

"Dosyaları çalışma ve kaydetme *işi güzel. Matematik, bilgisayar ve ingilizce en iyi biçimde öğreneceğim. Öğrendiğim bilgileri pratiğe dönüştürmeye çalışacağım. Üniversite öğrenciyi hayata hazırlamalı. Sorunları bilen ve çözümler üreten bireyler yetiştirmeli. Yapılan çalışmalarla matematiksel işlemlerin gerçek hayattaki olaylarla ilişkisini anladım. Matematik dersinin dört işlem olmadığını anladım."*

Örneğin, bir çalışma yaprağı:



Mead ve Dewey'e göre soyut neden değil işlevsel edim toplumsal yapılandırmacılığın merkezinde bulunur. Düşünüyorum yerine yapabiliyorum demek insan canlılığının gereğidir ve en temel düzeyde canlı organizma varlığını doğrulayan çevresine göre kendini etkili bir şekilde belirlemek için edimlerde bulunmak zorundadır. Kişi önceden kestirilemeyen bir durumda kendi varlığını doğrulama çabasında olan duygusal ve zihinsel bir birleşimdir. Bu şekilde Dewey deneyimi birleşik bir edim içinde açıklıyor.

"... genelde matematiği diğer *konularla ve analitikle yorumladım. az zamanda çok şey yaptık solve, ifactor ... gibi işime yarayacak komutlarda öğrendim ..."*

Duygular ve düşünceler bir etki vasıtasıyla aynı anda meydana gelir ve tepkiyi oluştururlar. Bu aynı zamanda döngüsel bir ilişki haline gelmektedir. Öğretmen adayı kendi matematik ortamını yapılandırmakta ortamın onu oluştururken olduğu gibi etkindir. BCS ile bu dönüşüm gerçekleşmektedir.

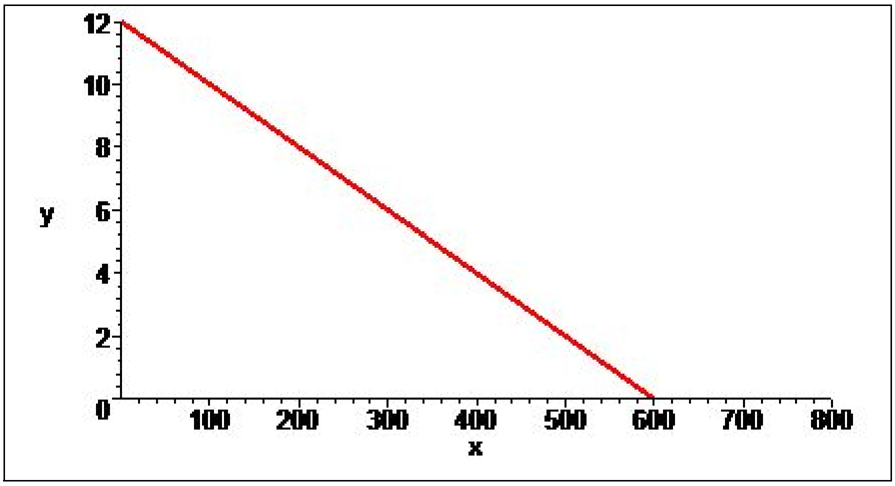
Burada önemli olan dikkatin yönlendirilmesidir. Yönlendirme yapılandırılacak olanın daha rahat görülmesini sağlar, bu şekilde de birbirinden bağımsız gerçeklikler bütün bir davranışa dönüşmüş olur. Sonuç da durum döngüsel bir yapılandırma ve tekrar yapılandırma sürecidir. Bu süreç bireyi içerdiğinden kendini de tekrar yapılandırmış olur, işte bu süreç sonunda öğrenme gerçekleşmiş olur. Dewey'in anlayışında eğitim yeni deneyimlerin eskilerin yerine geçmesi şeklinde değil gelişimseldir. Yeni deneyimler eskilerin içinde eritilmeli, birleştirilmeli ve geliştirilmelidir (Jim Garrison, 1998).

"*Bilgisayar ile matematik çalışırken problemden çok konuların öne çıkacağını, sorularda yorumun daha az olacağını düşünmüştüm. Ama derste önce yorumlayıp kağıda döktüğümüz problemlerin bilgisayarda uygulamasını yapıyorum. Bilgisayar kullanmayı bilmediğimden başta başarısız olacağımı düşünmüştüm. Matematiğin kağıttan başka yerde uygulanamıyacağını düşünüyordum*".

Mead'e göre bir canlı bir etkiyle karşılaştığında birden çok şekilde tepki verebilir. Bu çeşitlilik yerine bir tanesini seçip davranışta bulunmalıdır. İşte bu duygusal ve zihinsel çatışma içinde bulunduğu anda, yaratıcı bir şekilde yeni bir tepki vermek zorunda olduğu bu anda yapılandırma eylemi gerçekleşir. Bu aynı zamanda anlık bir dikkat ve algılama anıdır, bu anda önceden oluşturulmuş bilgiler tekrar oluşturulur. İnsan doğası yaratıcılığı devam ettirebilecek bir işlevdedir. İnsan dünyayı özgürce tekrar yaratmaktadır. Bunu da yaratıcılığı ile gerçekleştirir. İnsanın benliği yaratıcıdır. Eğitim bağlamında bu unutulmamalıdır.

Yaşayan canlılar eylemde bulunmak zorundadırlar. Zihin-beden, kişi-toplum gibi bilinen ikilikleri tekrar gözden geçirilmeli, bunlar arasındaki döngüsel ilişki yeni oluşturulacak müfredatlarda belirtilmelidir. Eğitimi toplumsal bir eylem olarak gören yapılandırmacılıkta matematik öğretmenin konser salonundaki bir senfoni orkestrası gibi matematiği etkin, dönüşümsel ve yaratıcı bir etkinlik haline getirebilmesi için BCS'e ihtiyaç vardır.

"*T-shirt sorusunu çözerken koordinat ekseninde yerleştirmek oradan bir denklem yazmak ...*"



Soru: Bir mağazada ilk hafta 100 T-shirts'ü 10 YTL den ve ikinci hafta 200 T-shirts'ü 8 YTL den satıyorsunuz. Bu durumu düzgün doğrusal bir fonksiyon olarak açıklamak ne gibi bir yarar sağlar?

Anlam yapılandırılır, öğrenenlerin zihinlerine aktarılmaz. Öğretmenler öğrenenlere bilgiyi bağlamlar içinde sunarlar; öğrenenler de eylem alanına dağılmışlardır. Bu açıdan da matematik öğretenler BCS ile çevredeki etkenleri, okulu, toplumu ve diğer bütün bağlamları göz önüne alabilirler.

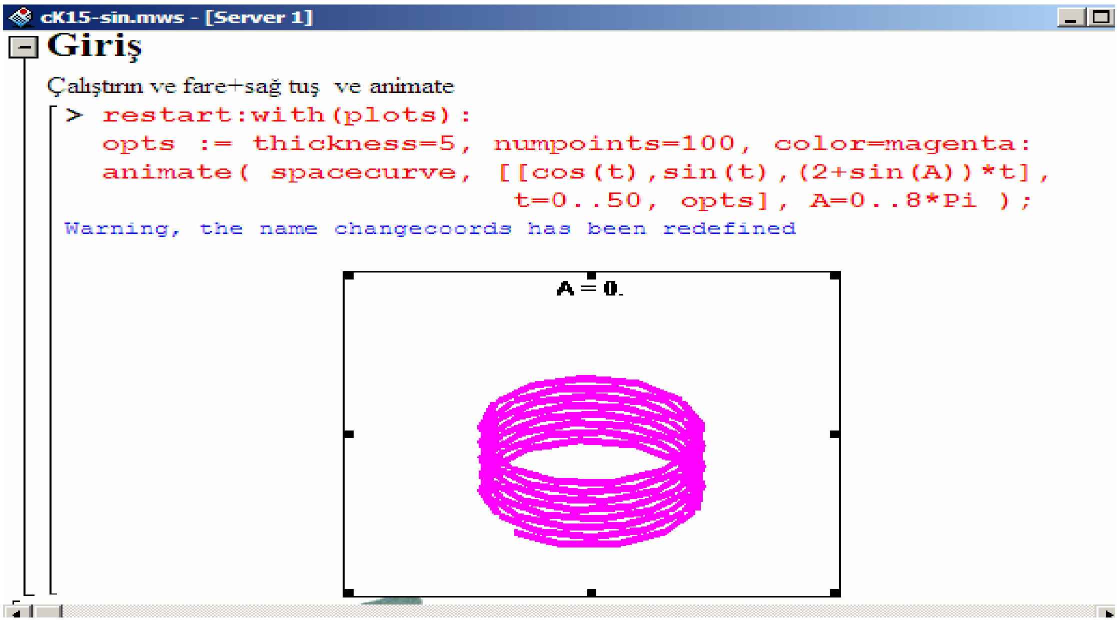
Zihin ve bedeni eylem olgusu içinde birleştirmek demokratik bir eğitim için de önemlidir. Demokratik eğitim, kişi ve toplumu yaratıcı bir şekilde dikkate almakla olabilir, bilgi özgürlük için yeterli değildir, bunun kullanılması için bütün olanaklar da yaratılmalıdır. Eğer kişiler kendilerini sınırlayan etkenlerin yerine olabilecek farklı olasılıkların farkında olurlarsa onları istemeyi de öğrenebilirler diye düşünürsek BCS bu istenci hem yerine getirir hem de güçlendirir.

"*Animasyonları bende düzenlemek istiyorum ...*"

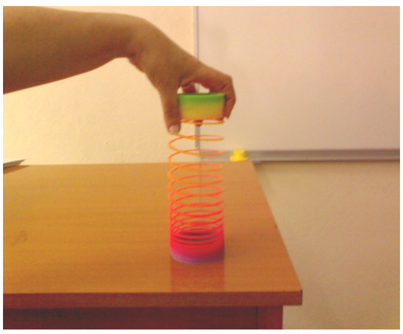
"*Animasyonları anladım ama animasyonu yaptırmak için gerekli parametreleri de anlamaya devam diyorum. Matematiğin diğer konularında da bu şekilde kendim çalışacağım.* "

BCS ile bilgisayarların matematik eğitimine girişi düşüncelerimizi daha da genişletir. Duygular ve duygusal süreçler öğrenmenin bileşenlerindendir ve aralarında karşılıklı bir ilişki vardır. Duygular ve beklentiler ne öğrenildiğini etkiler. Yapılan beyin araştırmaları da öğrenmede duyguların önemine işaret eder (R.N. Caine & G. Caine, 1991; Lackney, 2000). Bir konu öğrenilirken oluşan duygular öğrenme sürecinde değişebilir. Duygular tutum sayesinde açığa çıkar. BCS artık matematikçilerin elinde bir araçtır. Bu şekilde öğrenciler bir konuyla ilgili öğrendikleri bilgileri unutsalar bile o konuya karşı olan tutum ve eğilimlerini unutmazlar (Stodolsky, Salk & Glaessnes, 1991).

Bir diğeri yine aynı şekilde "*animasyonlardaki parametrelere de müdahale edip kendim yeni bir şeyler geliştirmek istiyorum. Oyuncaktaki durumu animasyonda izleyince fonksiyonları düşündüm.*"



Öğrenme ediminin kendisi amaçtır. BCS ile matematik öğreniciler deneyimlerden anlamlar ve sonuçlar çıkarma gücüne ve yetkinliğine doğuştan sahip olduklarını ifade etme şansına daha çabuk bir biçimde kavuşabilirler.



Önceki deneyimlerinden çıkardıkları anlamlar ve sonuçlar üzerine diğer bağlamlardaki davranışlarına da farklı bir bakış açısıyla yeni yönler kazandırabilirler.

Amaçlar davranışlara yön verirler. BCS, öğrenme sürecinde bireylerin kendi amaçlarını yapılandırmaları bu bağlamda çok önemli hale getirerek özfarkındalığı arttırabilir.

BCS, öğrenicinin bir deneyime süreçte etkin bir biçimde katımasına ve etki altında kalmasına olanak sağlar. Bu şekilde, iki durum arasındaki ilişki deneyimin verimliliğini arttırır. Deneyimlerden öğrenmek de önceki ve sonraki edimlerimiz arasındaki ilişkileri görmemiz ve keşfetmemiz anlamına gelir. Bu bağlamda, deneyim BCS ile fiziksel ve bilişsel bir süreç haline gelir. Biyolojik ve zihinsel olarak deneyim etkin olarak anlam kazanır. Bir insan için bedeninin ve zihninin katılmadığı bir deneyim var olamaz (Dewey, 1966).

Eliot ve Miller (1999) animasyonu, "bir nesneyi hareket halinde gösteren bir çok durağan görüntü yapılandırmak ve bu görüntüleri hızla arka arkaya oynatarak nesnenin gerçekten hareket ettiğini düşünmemizi sağlamak" şeklinde tanımlamışlardır. Bu anlamda animasyon görsel etkileri olan bütün dönüşümleri ve hareketlilikleri içine alır. Böylece öğrenci için zengin bir öğrenme ortamı yapılandırmak mümkün olabilmektedir.

"Soru: Tabloda 1990'dan 1994'e kadar ABD'de hastanelerden İnsanda Bağışıklık Sistemini çökerten (Human Immunodeficiency Virus HIV) tanısı ile taburcu edilen hastaların bin cinsinden sayısını vermektedir."

Biz çevresel ve toplumsal olayların farkında olursak onları tekrar yapılandırma ve dünyamızı tekrar yapılandırma arayışına girebiliriz. BCS ile matematik öğretimi demokratik eğitimin amacı yerleşmiş alışkanlıklar yerine insanların kendi hayatlarını yapılandırmaları konusunda özgür olmalarına da olanak sağlayabilir. Yeni bir düzen yapılandırmanın en kolay yolu bizden farklı problemler ve farklı çözümler üreten insanlarla iletişim içinde bulunmaktan geçer. Bu yüzden çoğulcu demokratik eğitim yapılandırmacılığın amaçlarındandır (Jim Garrison,1998).

"*Bilgisayar kullanmasını bilmediğimden bilgisayar becerimin gelişeceğini düşünmüş ve mutlu olmuştum. Ama beni yoruyor. Hem bilgisayar hem de bunu matematiğe uygulamak güzel.*".

Thomas Kuhn'da, dönüşüm süreçlerini 'bilim öncesi' evresi ile başlatmaktadır. Bilim öncesi süreci daha sonra gelişim gösteren 'normal bilim' olarak yerini almıştır. Normal bilimin belli bir evreden sonra daha da gelişerek ters olguların çatışmalarının sonucunda bir noktadan sonra tıkanmasına ve normal bilimin bir kriz sürecine girmesine neden olduğunu savunmaktadır. Bu kriz süreçlerinin, bir bakıma normal bilimi farklı bir tabana taşıyarak bir devrim ile yeni normal bilimin ortaya çıkmasını sağladığını söylemektedir. Bu yeni bilimin gelişim sürecinin de eninde sonunda bir krize maruz kalacağı kaçınılmaz olacak ve bu da yeni normal bilimi daha da yeni bir sürece taşıyacaktır. Kuhn, normal bilimi, paradigma kurallarınca yönlendirilen bir bulmaca-çözme faaliyetleri olarak belirtmektedir. Bu bulmacalar, hem teorik bulmacalar hem de deneysel doğayla ilgili bulmacalardır.

Bilim Öncesi --> Normal Bilim --> Kriz- Devrim --> Yeni Normal Bilim --> Yeni Bunalımlar."

Burada Kuhn paradigma olgusuyla bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu betimlemektedir, önceden var olan bilgiyle sonradan gelen bilginin çelişkisinin yeni bilgiyi oluşturduğunu varsaymaktadır. Birey yeni durumu öğrenme eşiğindedir ve bu durumu tam olarak kavrayabilmek için bir üst seviyede bilişsel beceri göstermelidir. Bunuda ancak dışarıdan gelecek yardımla yapabilecektir. Erişmesi gereken bu seviye bireyin yaklaşık bilişsel gelişme alanının dışında olmamalı. Eğer problemin seviyesi ile öğrencinin mevcut anlama düzeyi arasında uygunluk yoksa beklenilen bilişsel gelişmenin gerçekleşmesi çok zor olur (Vygotsky, 1978).

"*a, b, c sayı olsaydı kökleri daha kolay bulabilirdim. Ama tanımda eksik olduğum için a, b, c cinsinden kökleri yazamadım. Arkadaşlarımla yardımlaştım. Böyle bir soruyla karşılaşmamıştım. a, b, c'ler sayı olsaydı çözülürdü. ÖSS de çıkan işlem sorularında iyiydim ama burada...*". Fonksiyon kavramında grafik çizerken köklerin bulunması yapılması gereken işlem adımlarından birisidir. Bu adımın bir problem cümlesi olarak genellemesinde bütün adaylar zorlandı. Bunu ÖSS'de çıkan sorulara odaklanarak öğrenmelerine bağladılar. Bu tür soru ile karşılaşma soyutlamada bir adımdır.

ax^2+bx+c üç terimlisi kolaylıkla çarpanlarına ayrılabiliyorsa kökleri bulunur. Ayrılamıyorsa, şöyle genel bir yol takip edilebilir.

$ax^2+bx+c=0 \Rightarrow a(x^2+\frac{b}{a}x+\frac{c}{a})=0 \quad \Rightarrow x^2+\frac{b}{a}x+\frac{c}{a}=0$ olur.

Bu durumda $ax^2+bx+c=0$ denkleminin çözüm kümesi ile $x^2+\frac{b}{a}x+\frac{c}{a}=0$ denkleminin çözüm kümesi aynıdır.

$$(x^2+\frac{b}{a}x+\frac{b^2}{4a^2})-\frac{b^2}{4a^2}+\frac{c}{a}=0 \quad \Rightarrow (x^2+\frac{b}{2a})^2-\frac{b^2-4ac}{4a^2}=0 \text{ elde edilir.}$$

Eğer, $b^2-4ac\geq 0$ ise $\frac{b^2-4ac}{4a^2}\geq 0$ olacağından, ifade iki kare farkı olarak çarpanlarına ayrılacaktır.

$$(x^2+\frac{b}{2a})^2-\left(\sqrt{\frac{b^2-4ac}{4a^2}}\right)^2=0\Rightarrow (x^2+\frac{b}{2a})^2-\left(\sqrt{\frac{b^2-4ac}{2|a|}}\right)^2=0 \text{ olur.}$$

$a\neq 0$ olduğundan $a>0$ veya $a<0$ dır.

i) $a>0$ ise $|a|=a$ dır. Buna göre, $(x^2+\frac{b}{2a})^2-\left(\sqrt{\frac{b^2-4ac}{2a}}\right)^2=0$ olur.

ii) $a<0$ ise $|a|=-a$ dir.

Buna göre $(x^2+\frac{b}{2a})^2-\left(\sqrt{\frac{b^2-4ac}{-2a}}\right)^2=0\Rightarrow (x^2+\frac{b}{2a})^2-\left(\sqrt{\frac{b^2-4ac}{2a}}\right)^2$ olur.

Her iki durumda da aynı denklem elde edilir.

$$\left(x^2+\frac{b}{2a}-\sqrt{\frac{b^2-4ac}{2a}}\right)\left(x^2+\frac{b}{2a}+\sqrt{\frac{b^2-4ac}{2a}}\right)=0$$

$x_1=\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ ve $x_2=\frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ elde edilir.

"ikinci derece denklemin köklerini maple kolayca hesapladı ama kağıda biz çözemedik".

Aynı işlemi Maple çözer.

```
> e:=a*x^2+b*x+c=0;
```

$$e := a\,x^2+b\,x+c=0$$

```
> solve(e,x);
```

$$\frac{-b+\sqrt{b^2-4\,a\,c}}{2\,a},\ \frac{-b-\sqrt{b^2-4\,a\,c}}{2\,a}$$

Matematikçiler oluşan bu yeni durum içinde tartışmalıdırlar. Bu örnekte olduğu gibi denklem çözmede BCS'nin olması çözümü aramada bizi nereye yönlendirmeli. BCS varken cebir çalışmalarında da ne gibi stratejiler geliştirmeliyiz?

"*Test tekniği işlem yapma yeteneğimizi köreltmiş. Klasik çözümlere eğilmeliyim. Kavramları yeni baştan ele alacağım. Bir daha düzenlemeler yapmam lazım*". Öğretmen adaylarının ortaklaşa kararıydı. Üniversite seçme sınavına hazırlık matematik çalışmamızı nasıl etkiliyor sorusu sınav iki aşamaya çıksa da sanırım devam edecek gibi gözüküyor.

3. 4. 3 Yapılandırmacı + BCS yaklaşımda öğreten, öğrenen ve öğretilen

Öncelikle bir okulda bir sınıf nedir? Bir sınıf içindeki öğretmen, öğrenen ve öğrenilenin oluşturduğu model toplumun ve dış dünyanın küçük ve sınırlandırılmış bir modelidir. Sınıf içindeki mobilyalar dahil içinde yaşanılan toplumu yansıtmaktadır. Cobb, Perlewitz ve Underwood-Gregg'in (1998) belirttiği gibi:

"Öğretmen ve öğrenciler birlikte matematik geleneği ve mikrokültürü olan bir sınıf yaratmaktadırlar. Bu da kaçınılmaz bir şekilde öğrencilerin matematiği nasıl algılayacaklarını ve öğreneceklerini, matematiğe karşı nasıl bir yaklaşım geliştireceklerini etkilemektedir. Matematik öğretimi bu bağlamda hem bireysel bilişsel bir yapılandırma hem de matematiğin daha genel olan toplumdaki işlevini yansıtan kültürleşme arasındaki ilişkiyi betimlemektedir*."*

Bu açıdan bakınca öğreten ve öğrenen arasındaki ilişkinin ne denli önemli olduğu görülür. Genel olarak öğreten ve öğrenen sınıf içinde tekrar bir toplum yapılandırmaktadırlar, bu toplum kendisini içeren daha büyük toplumun özelliklerini alır, büyük toplumdaki bakış açıları, güç ilişkileri anlayışı, özne-nesne ilişkileri, doğru-yanlış anlayışı bu küçük modelde de görülür. Üstelik öğrenen bu topluma birey olarak katılmaktadır, kendi biyolojik ve zihinsel özelliklerini de getirmektedir.

Öğretmen adaylarından birisi "*eğer tablo çıkarıp inceleyerek ders anlatılırsa öğrenciler OKS sınavında nasıl cevaplayacak, böyle nasıl sınava hazırlayabiliriz*?" dediğinde; bugünün sınıf içi uygulamalarında, öğretmen ve ders kitaplarından edilgen bir şekilde bilgi bekleyen öğrenenlerle karşı karşıya kalacağını söylemektedir. Bu şekilde öğrenenler de bilgi yapılandırma sürecinde keşfetmek yerine en doğru cevabı verme çabasının daha etkin olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumda öğrenenler öğretmenin yöntemini sorgusuz sualsiz kabul ederler ve öğrenmenin edilgen bir parçası olup çıkarlar. Oysa radikal yapılandırmacılık kuramının önde gelen kuramcılarından von Glasersfeld (1996) şunu vurgulamaktadır: “Bilme(öğrenme), deneyimin kabul edilebilir yorumlara etkin bir biçimde uyması sürecidir. Bilenin(öğrenen) gerçek dünyanın bilgisini yapılandırması gereksizdir.” Buradan çıkarılacak sonuç tek bir cevabı bulmak değil deneyimleri iyi bir şekilde yorumlamanın uygun olduğu şeklindendir.

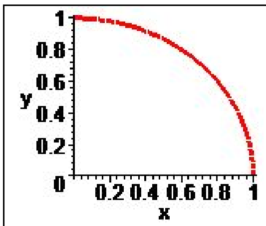
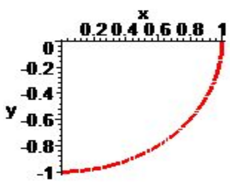
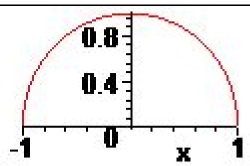
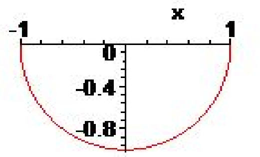
Öğrenme etkinliği olabildiğince çok gerçek bağlamların içinde olmalı ve gerçek dünyadaki düşünme biçimlerini yansıtmalıdır. Yapılandırmacılığa göre öğrenenlerin işlemlerin kurallarını, listeleri (örneğin trigonometrik özdeşlikler vb.) ezberlemesi yerine, gerçek bağlamlar içinde matematiğin kullanılma durumlarıyla ilgili anlayış geliştirmeleri BCS ile daha verimli bir matematik öğrenimi desteklenebilir. Öğretmenler, sınıflarında gerçek matematik sorunları üreterek ve bunları öğrenenlerin çözmesine ön ayak olarak sınıf ortamının soyut havasını gerçek dünyaya yakınlaştırmış olurlar.

Öğrenenleri, bilgi kaynaklarından yararlanmaya BCS yönlendirir, birlikte çalışmayı destekler, bir çok alandan ve açıdan bakmayı sağlar.. Gerçek dünyada olduğu gibi araştırma ve belirli bir zaman kullanımını gerektirir, öğrenenlerin birden çok sonuç ve cevap üretmelerine olanak verir, fikir ve bilgi paylaşımına BCS yönlendirebilir. Bu sürecin yaşanması sırasında öğrenenler matematik hakkında dinlemeyi ve konuşmayı, amaçlı ve etkili okumayı ve yazmayı doğal bir biçimde öğrenebilirler. Gereksinim duyabilecekleri bilgilere ulaşmayı, bilgi kaynaklarını kullanmayı, kullanmak zorunda olacakları matematik işlemleri, kavramları, matematiğin gerçek durumlarda kullanılma çeşitliliğini ve farklı sembolik gösterimlerini, sistemi bir bütün olarak bir arada kullanmayı süreç içinde gerçek durumlarda öğrenmiş olurlar. Böylece matematiği, gerçek dünyada kullanıldığı biçimde bir anlayışı oluşturmuş olurlar.

Öğrenenlere bir problem veya problem durumu verildiğinde onlara bu problemi ya da durumu çözmek için çalışmak istedikleri bilgi kaynaklarını, araç-gereçleri planlama ve seçme zamanı tanınmalıdır. BCS öğrenenlerin bu durumu çözme sürecinde yararlandıkları yeni bilgiler ve eski bilgileri arasında bir ilişki kurmaları sağlayabilir, bu problem konusunda kendi kendilerine de sorular sormalarını destekleyebilir, sorular sorarken ve bunlara cevap ararken kendi düşünme şekillerinin farkına BCS ile varabilirler, daha sonra da neden o şekilde düşündükleri konusunda kendilerini değerlendirebilmeleri fırsatını yakalayabilirler, bu şekilde de kendi anlayışlarını ve yeni bilgilerini yapılandırmaları konusunda BCS yardım etmiş olur.olur. Öğrenenler BCS ile sürekli olarak bütün sürece etkin olarak katılırlar ve yeni bilgilerini kimseden almadan, diğer öğrenen ve öğretenleri tarafından yardım görerek, kendileri özerk bir şekilde, edinmiş olurlar. Bu süreç içinde öğretenler, öğrenenleriyle olan iletişim ve etkileşimlerinde iyi birer lider, arkadaş haline gelirler. Öğretenlerin bu süreçte biraz daha anlayışlarını arttırmaları gerekir.

Bu çalışmada (Cobb, Perlewitz & Underwood-Gregg,)'den esinlenerek çember kavramına yuvarlak bir pizzanın paylaşılmasıyla başlanmışdır. Daha sonra denklem elde edilmiş ve fonksiyon kavramına ulaşılmıştır. Çember denkleminden, çeyrek çember daha sonra yarım çember ifade edilmiştir. Bu bağlamda bu çalışma öğretmen adayları içinde hem kişisel bir problem hem de denklem ve fonksiyon kavramına ulaşmada anlamlı ve gerçek olmuştur.

"soruları bilgisayarda denemelerle çözmek daha kolay oldu. Genel matematiği analitikle bağdaştırdım"

			
`> implicitplot(x^2+y^2=1, x=0..1, y=0..1,thickness=3);` 	`> implicitplot(x^2+y^2=1, x=0..1, y=0..-1,thickness=3);`	`> restart: m:=solve(x^2+y^2=1,y); > plot((-x^2+1)^(1/2),x=-1..1);`	`> plot(-(-x^2+1)^(1/2),x=-1..1);` 

Toplumlar belirli amaçlar etrafında birleşirler ve bunları gerçekleştirmek için birlikte çalışırlar. Toplumu meydana getiren bireyler birbirleriyle yardımlaşırlar. Bu nedenle sınıf içinde de farklı bakış açılarının gelişmesine izin verilmeli. Bunun için öğrenenin zihinsel ve toplumsal özerkliği için fırsat yaratılmalıdır. Öğrenenlerin özerkliği olanaklı hale geldiğinde, sorulara farklı açılardan daha fazla cevap gelmesi mümkün olacaktır. Bunun gelişebilmesi için en önemli etken doğru-yanlış nitelemesi. Öğretenin sınıftaki toplumu, içindeki bireyleri doğru-yanlış olarak nitelemesi duygusal olarak bazı sınırlamalara neden olabilir. Tek bir düşüncenin doğru olarak yorumlanması, farklılaşmayı önler. Doğrular ve yanlışlar üzerinde sınıftaki öğrenenler tarafından anlaşma sağlanmalıdır. Bunun için öğrenenlerin sınıf içindeki soruları kişiselleştirmeleri olanaklı hale getirilmelidir.

"Problem çözümünde ihtiyacım olan (tablo, grafik vb) şeyleri öğrendim. Tahtaya çıkıp arkadaşlarımla tartışınca da yaşadığım korku gitti".

Dahası bir soruyla ilgili ne düşündükleri, bir sonuca nasıl ulaştıklarını anlatabilmeleri ve bunu farkında olarak yapmaları özerkliklerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır. İdeal olan öğrencilerin nasıl düşündüklerinin farkına varabilmeleridir, zira düşünebilmek doğru sonuca varmaktan daha önemlidir. Ayrıca bir soru hakkında düşünebilmek o soruna etkin olarak katılmayı da sağlar ki bu öğrenilenin kişiselleştirilmesi konusunda yardımcı olabilecek önemli bir eylemdir.

"Evde bilgisayarım vardı *ama bu şekilde hiç kullanmamıştık. Biz yazınca herşey hazır çıkıveriyor. Pek fazla uğraşmamıza gerek kalmıyor. Bilgisayarda problem çözmek çok güzel bir şey. Grup halinde çalışınca birbirimize soruyoruz yardımlaşıyoruz. Yanlış anlarsam uyarıyorlar. Dikkatimi arttırmam lazım."*

Öğrenilen konu üzerinde konuşmak ve öğrenilen konu üzerinde konuşmak üzerine konuşmak öğrencilerin kendi düşüncelerini, diğerlerinin düşüncelerini tanımada önemli katkılar sağlayacaktır (Cobb, Perlewitz & Underwood-Gregg, **a.e.**, s.66.). Öğrenilen konu üzerinde konuşmak konunun sınırlarını çizmek bakımından önemlidir, ancak bu eylem üzerinde konuşmak da daha üst düzey bilişsel süreçleri içereceğinden öğrenilen üzerinde düşünmeyi destekleyecektir.

"telefon sorusunda durumu anladım. Farklı sorular aklma geldi ama soru sorma değil cevap işaretlemeye şartlanmışız ..."

Öğrenenlerin kendi çözümlerini yapılandırmaları için gerekli olan yolları ve yöntemleri bulmaları kolaylaşacaktır. Böylece hem öğreten hem de öğrenenler kendi düşüncelerini paylaşmış olurlar. Bu paylaşımın sonucunda öğrenenlerin bilgilerini yapılandırmaları gerçekleşmiş olur. Doğru-yanlışlardan değil de toplumlarda olduğu gibi bilgi toplumsal paylaşım yoluyla edinilmiş olur.

"Arkadaşlarımla yardımlaşmak *güzel. T-shirt sayısı ile ilgili çözdüğümüz ve grafikle gösterme gibi sorularda zorlandım. Denklemlerde daha farklı çalışmalarla kendimi geliştirmeliyim. Sayılarla uğraşmayı seviyorum ama sayılar sözel olarak ifade edilince veya ifade etmeyi sevmiyorum. Sözel sorularda denklem ve fonksiyon kavramı için kendimi geliştirmem lazım. Maple programını daha iyi kullanmak için çalışacağım."*

Öğretenlere de bunu destekleme ve bu konuda aracılık etme görevi düşer; soruları ve sorunlarına verilen cevaplarda, *Neden, niçin, Ne demek istedin?, Ne kast ediyorsun?, Doğru olduğunu nerden biliyorsun?, Nasıl anladın?* gibi sorular aracılığıyla öğrenenlerin düşünme süreçlerini kontrol etmelerini sağlamalıdır. Bu şekilde zorluk yaratarak, neden üreterek, öğrenenlerin kendi düşüncelerini daha sağlam temellendirmelerine yönlendirmeldir. Aynı zamanda, öğrenenlerin kendilerine sorular sormalarına, kendilerini sorgulamalarına, düşünme biçimlerini sorgulamalarına öncülük etmelidir. Öğrenme sürecinde destekleyici olarak öğreten sorgulayıcı olarak, sorgulamaya yönlendirmeli, araştırma ve keşfetme için gerekli olan eleştirel araçları öğrenenlerine göstermelidir.

"Akılda fazla kalmayan tekrar gerektiren trigonometrik fonksiyonların özellikleri konularında zorlandım. Ama bunun daha iyi anlamamı sağladığını düşünüyorum". Trigonometrik fonksiyonların çalışmasında da gerçek hayat problemlerinin düşünülmesi gerekir.

"Bilgisayarı hiç kullanmamış olmak zorladı beni. Daha önceden bilgisayarı kullanmak isterdim. İşlem kabiliyetim iyi ama yorumlamada zayıfım. Asıl bilgi uygulamaya dökülen bilgidir. Çalışma arkadaşlarımla daha iyi iletişim kurmam gerekiyor. Grup çalışmalarımızın sınıftan diğer arkadaşlarla ders dışında da devam etmesini istiyorum. "

Doğru kavramı üzerinde biraz daha düşündüğümüzde, özellikle de onun insan eyleminden bağımsız bir gerçeklik olarak kabul etmek ve bunu eğitimin de bir parçası haline getirmemiz insan düşüncesinin çeşitliliğini yok eden bir kavram olduğunu görürüz. Hawkins'in (1994) Pierce'tan alıntıladığı gibi :"Doğrular toplumlardaki bireyler tarafından üzerinde anlaşılarak meydana getirilir ve toplumu düzenleyici bir işlev görürler. Doğrular yoluyla bireyler kendi eylemlerini kolaylıkla açıklarlar. Çeşitli toplumların yere ve zamana bağlı olarak doğruları vardır, bunlar işlevlerini yitirdikleri anda yenileriyle değiştirilirler. Bu doğrular semboller yoluyla ifade edilirler. Bu semboller dilsel olabileceği gibi sayılar, resimler, standart olmayan noktalı şemalar ve diyagramlar şeklinde de olabilir."

"*Maple ile hergün yeni bir şeyler öğreniyorum, yeni bir şeyler yapıyoruz. Kendimi daha bilgili hissediyorum. Öğretmen olduğumda çok işime yarayacağını düşünüyorum. Daha çok çalışmam gerektiğine inanıyorum."*

"Kariyerim için Maple gerekli. Matematiği Maple üzerinde daha ayrıntılı öğrenebilirim. Yorum yapabilirim."

Buradan da çıkışla Cobb, Perlewitz ve Underwood-Gregg (1996) kavramların oluşturulması eyleminin sembolize edilmesinden önce geldiğini savunur. Nasıl sembolize edileceği değil kavramın zihnimizde nasıl oluşturulacağı daha önemlidir. Eğitim için doğruların varlığını bilmek değil doğruların nasıl oluşturulacağını bilmek daha değerlidir.

"Grup arkadaşlarımla değişik uygulamalarda gerçekleştirdik…"

Vygotsky (**a.g.e**.) bilişsel etkinliği bireyler arası, kültürel ve kurumsal bağlam içinde sayar ve birey-çevre ilişkisinin ayrılmazlığı ilkesinden yola çıkıp bireylerin tek başına değerlendirilemeyeceğini, onun ancak diğerleriyle olan etkileşimleri çerçevesinde görülmeleri gerektiğini savunur. Öğreten sunuf içindeki dengeleri bireyler arası etkileşimle izleyebilir. Bu çerçevede öğretenin de iyi bir gözlemci olması gerekir.

Sınıf içi etkileşimi sonucunda ortaya çıkan öğrenen yanıtlarının da bu çerçevede dikkate alınması, saygı görmesi ve desteklenmesi gereklidir.

"Grup çalışmasının çok *yararlı olduğuna inanıyorum. Yurtta bu durumu odadaki arkadaşlarıma anlattım şimdi odada ders çalışma stili oluşturduk ve arkadaşlığımız çok samimi oldu."*

"*Geçen hafta da bir* soruyu *arkadaşlarımla yardımlaşarak çözdüm. Bu çok iyi bir çalışma. Çünkü bazen de benim gördüğümü arkadaşım göremedi. Birbirimizle sizinle tartışarak anlatarak daha iyi öğreniyoruz."*

" Dersi grup grup ayrılarak bilgisayarda *işlemek ve tartışmak ilk yabancı gibi olsak da sonra iyi oldu*".

Garrison'a (1998) göre "öteki" kavramı olmadan "benlik" kavramı gelişemez. Öteki ile olan etkileşimimiz ve iletişimimizle benliğimizi şekillendiririz. Buradan da bir bilginin var olabilmesi için ötekilerin de önemli olduğu sonucuna ulaşabiliriz. Kendimizi, ötekiler ve öteki unsurlarla ilişkilerimizden oluşturduğumuz sonucunu düşündürmesidir. Freire'e (1993) göre "gerçeklik ve dünya öğrenenlere tamamlanmış ve kesin çizgilerle ayrılmış veriler olarak sunulur." derken öğrenenin dünyasıyla ve kendi gerçekliğiyle ilişkisini göz ardı ettiğimizi belirtmektedir. Eğitimde bunların da önem kazanması zamanı gelmiştir.

Ortak anlayış geliştirmek için bireyler arasında etkileşime gerek vardır. İyi bir etkileşim için diğer bireylerin varlığına ve anlayışlarına ihtiyaç vardır. Sadece iletmek yeterli değildir aynı zamanda iletilenin iletiyi nasıl alımlayacağı bilgisinin de gelişmesi gerekmektedir. Bu da "öteki"nin bilgisinin de içselleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu içselleştirme "öteki"nin durumunun bilişsel olarak tahmin edilmesini gerektirmektedir.

Öğrenciler Yapılandırmacılık + BCS ile matematikle ilgili deneyimlerde bulunmakta ve gerçekliğe kendileri de katılmaktadırlar. İnsandan ve deneyimden bağımsız ve bunlardan etkilenmeyen bir gerçeklik var olamaz. Yaşanılan her deneyim matematik için yeni bir gerçeklik yaratır.

"... Tahtaya çıkıp arkadaşlarımla tartışınca da yaşadığım korku gitti".

Bu yanıtlar öğrenenlerin kendi bilgilerini ve bunları örnek alan diğer öğrenenlerin kendi kavramlarını yapılandırmaları yolunda etkili öğelerdir. Sınıf içindeki yanıtlar öğreten, öğrenen ve öğrenilen arasındaki didaktik bağlaşımın sonucu ortaya çıkar (Schubauer-Leoni & Ntamakiliro, 1998).

"*Daha çok soru* çözeceğim*. Daha sık tekrarlar yapmam gerekiyor*".

Didaktik bağlaşımı oluşturan bir çok bireysel ve toplumsal etken vardır. Bunlar arasında aile, bireyin kendisi ve toplumsal rolleri, kurumsal bağlaşım, toplumun kendisi, ön yaşantılar, etkileşime etkin olarak katılan ötekiler sayılabilir.

Bütün bu etkenler etkileşime geçtikleri anda ve yerde, o ana ve yere özgü bir bilinç düzeyi, gelenek ve mantık oluştururlar. Bu bağlamlarda oluşturulan yanıtlar da öğrenme için verimli kaynaklardır. Öğrenenin kendisini değerlendirmesine olanak sağlarlar, öğrenenin öğrenilen ile olan ilişkisini yansıtırlar. Dolayısıyla eğitim süreci içinde iyi değerlendirilmeleri gerekir.

"*Bizler birer matematikçi olarak kendi amaçlarımız doğrultusunda bilgisayarı kullanabilmeliyiz. Bu yüzden Maple çok işleve sahip*". Papert (1972), bu konuda şöyle der; " çocuklara matematikçi olmayı öğretmek gerekir tıpkı bir şair, bir besteci, bir mühendis gibi bilmek ve anlamak yerine". Şimdi matematikçiler de bir karar verecekler. Matematik bilgisayar yardımıyla öğrenilebilir mi? Bilgisayar derste bir araç olarak kullanılabilir mi?

Sınıf içindeki yanıtlar öğrenenlerin kendi sözlerini, fikirlerini ve bakış açılarını içermektedir. İnsan doğası yaratıcıdır. Bu sözler, fikirler ve bakış açılarının farklılığı işte bu yaratıcılıktan beslenmektir. Ancak sınıf içinde bunların doğru-yanlış olarak değerlendirilmesi öğrenenler için bir baskı oluşturur. Böyle bir öğrenmenin sonucunda kendi sözlerinin, fikirlerinin ve bakış açılarının değersizliği duygusuna kapılmaları kaçınılmaz olur. Nasıl düşünmeleri gerektiğinin söylenmesi öğrenenlerin doğal olarak sahip oldukları yaratıcılılıklarını bastırmalarına neden olur (Confrey, 1998).

" Ders öğrencilere nasıl anlamam ve nasıl anlatmam gerektiğini düşündürdü. Ama beni hayata ve öğretmenliğe hazırladığınızı farkettim. Bu çalışma gereksiz gibi geldi ilk ders şu an ne kadar önemli olduğunun farkına vardım."

Yapılandırmacılık kuramına göre ise bu çeşitlilik ve yaratıcılık desteklenmesi gereken bir noktadır. BCS ile sınıf içinde bunların gelişmesi, ifade edilmesi, sunulması, paylaşılması için zaman ve olanak yaratmaya yardımcı olmuştur. BCS ile bu farklılıkları daha kolay hoşgörü ile gerçekleştirebiliriz. BCS ile öğreten öğrenenleri daha fazla, etkin ve yakın dinleme sağlanır. Diğerlerini değerlendirmeden kaçınarak yakından ve etkin olarak dinlemek doğal olarak paylaşımcı ve hoşgörülü bir durum yaratır. Bunu öncelikle öğretenin yapması öğrenenlerin bunu geliştirmesi için kolaylık olacaktır.

"*Matematik, bilgisayar ve ingilizcede* kendimi *üst seviyelere taşımayı düşünüyorum. Çevreme, arkadaşlarıma, hocalarıma karşı daha duyarlı olacağım*".

Confrey'in Piaget'nin klinik görüşmelerinden uyarlayarak geliştiridiği yakından dinleme ilkeleri şunlardır:

1. öğrencilerin sözlerinden kanıtlar sağlama;
2. sorunun gelişimini izleme, bakış açısından ayrılmadan;
3. öğrencilerin özerk ifadelerini destekleme;
4. öğrencilerin ifadelerinden açıklama ve farklı şekillerde ifade edilmesini isteme;
5. yöntemi desteklemediği durumlarda değerlendirme içeren ifadelerden kaçınma;
6. cevap veren rolünden çıkmak;
7. öğrencinin etkileşimde duygusal olarak kendine güvenli bir şekilde kaldığını ve sorun çözümüne katıldığını kontrol etme;
8. öğrencinin hataları ve çelişkileri bulmasına olanak verme;
9. ifadenin tam olarak ortaya çıkmasına olanak verecek zamanı sağlama.

"*Bilgisayarı matematik öğrenmede nasıl bir araç olarak kullanabileceğimi öğrendim. Bir matematiksel işlemi hem yazılı hem sözlü olarak ifade etmeyi, fonksiyonları ve grafiklerini yorumlamayı öğrendim*."

"Bilgisayarı problem çözmede *kullanabiliyorum. Bu ara bilgisayar becerilerimde gelişti. İngilizcemde gelişti. Arkadaşlarla bu sayede çok iyi kaynaştım. Çok heyecanlıydım ilk önce. Bilgisayar deyince aklıma sadece oyun gelirdi bilgisayar öğreticiymiş. Matematik, bilgisayar ve ingilizcede kendimi geliştireceğim."*

Etkin bir dinlemenin sonucunda öğrenenlerin sözlerini ve bakış açılarının nasıl değiştiğini, görüşlerini nasıl oluşturduklarını ve geliştirdiklerini gözlemlemek daha kolay olacaktır. Böyle bir sürecin gerçekleşmesi için sadece grup çalışması yapmak yetmez, gruplar arası etkileşim ve bu etkileşimin sürmesi gerekir. BCS bu sürekliliği sağlaması açısından etkin bir araçtır. Eğer öğretme yollarını daha etkin bir şekilde yapılandırmanın mümkün olmasını istiyorsak bu etkileşim ortaya BCS ile çıkartabiliriz. olacaktır. Yapılandırmacı kuramda vurgulanan öğrenmenin etkin bir yapılandırma süreci olduğu görüşü etkin dinleme ve bu sürecin etkin bir gözlem yoluyla genişletilmesi bu yapılandırmacı ilkenin öğrenme sürecine katılmasını kolaylaştırır. Gözlem öğrenenin daha önceden oluşturduğu bilgi çerçevesinde etkin bir şekilde yapılabilir. Yapılandırmacı kurama göre bilmek için öğrenen ön bilgiye gereksinim duyar, bu aynı zamanda yeni bilginin üretilebilmesi için de ön koşuldur.

"*Bu şekilde çalışarak* öğrenmek *kolay oluyor. Aklımda iyi yer edinen bir konuyu da kolay unutmam. Genel Matematik konularında kendimi geliştirmem lazım. Bunlar çok önemli. Kimseninde bu şekilde çalışmazsak tam anlayacağını zannetmiyorum. Sık sık tekrar edilmeleri gerekiyor. Daha fazla tekrar yapmalıyım*."

Yapılandırmacı kurama göre çocuklar sınıfta öğretilen bilgiyi öğrenmek için sınıfa gelmeyi beklememektedirler. Onlar doğal olan bilgiyi yaşantıları süresince toplumsal etkileşimden öğrenirler. Günlük yaşamları sonucunda telefon ücretlerinden, alışverişten, alışveriş fişlerinden, nesnelerin düşüşünden, sıvıların hareketinden, bir çok uyaranla karşılaşırlar ve bilgi edinirler. Bu açıdan bakılınca da bilginin hayatın her alanıyla içiçe olduğunu, durağan bir varlık olmadığını çıkarmak mümkündür.

"... böyle sorularla matematik yapmamıştık..."

Soru: T.C Posta idaresince 0 ile 2 kg ağırlığı arasında değişen mektup veya kolinin Türkiye'den İngiltere'ye gönderilme ücreti 20 gr'a kadar 2 YTL, 20 dahil ile 50 gr arası 3 YTL, 50 dahil ile 100 gram arası 4 YTL, 100 dahil 500 gr arası 5 YTL ve yukarısı da 6 YTL dir. Şimdi böyle bir fonksiyon nasıl belirleyebiliriz?

Akış'a (2003) göre Kuhn da paradigmaların tarihsel bir gelişim izlediğini, bu anlamda da bilimin toplumsal yanının olduğunu vurgular. Paradigmaları oluşturan kriter ve normların, paradigma değişimleriyle değişebildiğini bunun da paradigmaların oluşturuldukları bağlamdan ayrı düşünülemeyeceğini belirtir. Bu bağlamı oluşturan etkenlerin metafizik, epistemolojik, estetik, etik esasların-şartların oluşturduğu, herkes tarafından paylaşılan, dünya görüşünden bağımsız olamayacağını savunur.

"*Çalıştığımız sorular işlediğimiz dersler matematiğin bir çok konusunu içerdiği için ve genelde matematiği diğer konularla ve analitikle bağdaştırdığı için kendimi geliştirdim. Unuttuğum bir çok konuyu pekiştirdim*".

Geleneksel eğitim süreci içinde öğrenenler bilgiyi öğretmen ve kitaplar aracılığıyla almaktadırlar. Öğretmen ve ders kitaplarının sunduğu bilgi kesin, gerçek ve mutlaktır. Yapılandırmacılık + BCS; öğrenenlerin edilgen olarak bilgiyi beklemeleri yerine etkin olarak öğrenme sürecine katılmalarını ve kendi bilgilerini inşa etmelerini sağlar. Yapılandırmacılık + BCS, öğrenenlerin özerkliğini ve özfarkındalığını destekler ve geliştirilebilir. Sınıf içi uygulamalar da bunu destekler yönde gözükmektedir. Bunun için öğrenenlerin sınıf içinde daha etkin olabilmeleri için etkinlikler düzenlenmiştir. Öğrenenler birlikte çalışarak bilgiyi, içeriği ve sınıflarındaki güç dengelerini değerlendirmişlerdir. Öğrenenler kendi düşüncelerinin de öğrenme sürecine katıldığını görmüşlerdir.

Yapılandırmacılık kuramı, bilimsel kuramları insandan bağımsız bir gerçekliğin simgesi ve dünyayı düzenleyen ilkeler olarak görmüyor ve bunun yerine bilime yapılandırma kavramını getirirse üstelik, bilimin dünyada, toplumda ve tarihte işlevini gösterecekse BCS'ye ihtiyaç vardır.

"*Böyle sorular çözerek matematik yapıldığını görmedim. Böyle düşündüren sorularla matematik öğrenmemiştik. Matematiğin birisinin yardımı olmadan kazanılabileceğini düşünmezdim. Bilgisayar bilmediğim için biraz zorlandım. Daha önce bilgisayar kullansaydım daha iyi olurdu. Maple'ı kullanmaya devam etmek lazım*".

Uygulamaya katılan gruptaki 15 kişiden 13'ü ilk veya orta öğretimde bilgisayar dersi veya bilgisayarda dersle ilgili uygulamalarla gerçekleştirilen bir sürece katılmadıklarını söylemişlerdir. Bilgisayarla bu biçimde ilk defa fakültede tanıştıklarını ifade etmişlerdir. Türkiye'de bütün kamu ve sivil toplum örgütlerinin bilişim toplumu olma yolundaki adımlarda üzerine düşenleri tartışmaya açmasında yarar vardır.

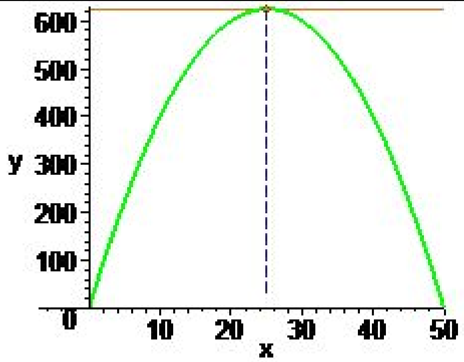
Vygotsky'nin yapılandırmacı teoriye katmış olduğu diğer bir kavram da "aracıyla öğrenme" kavramıdır. Yukarıda sözünü ettiğimiz öğretmen-bilgi-öğrenci üçgeninde, öğretmen bilgi ile öğrenci arasında bir arabuluculuk görevini yerine getirmektedir. Gerçekçi olan, öğrencinin aşina olduğu, yeterince karmaşık ve problemler içinde veya bunlar vasıtasıyla işlenen bilginin, öğrencinin varolan bilgisiyle adeta bir uzlaşma gerçekleştirmesi için öğretmen etkinlik organizasyonu yapmasıdır. Dolayısıyla, Yapılandırmacı + BCSöğrenme yaklaşımında da öğrenme malzemesinin öğrenciye sunumu genellikle bir problemle başlamalıdır. Böylece, öğrenci varolan bilgisini kullanarak onu çözmeye çalışacaktır. İşlemler, işe yarayan ve yaramayan bilgilerin belirlenmesi ve işe yarayan bilgilerin yardımla kazandırılması olacaktır. Bilgi taklit ya da tekrar yerine içerikle ilişkilendirilerek öğretmen adayının kendisi tarafından elde edilmiştir. Bu şekilde daha önceki ön bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlanarak, yeni karşılaştığı durumu anlamlandırmış ve onu özümsemeye adım atmıştır.

Yapılandırmacı + BCSöğrenmede bilişsel değişim ve kavramsal gelişim, bireyin bilgiyi içselleştirmek için yapmak zorunda olduğu zihinsel işlemlere bağlıdır. Dolayısıyla tüm öğrenmeler bir keşif haline gelmiştir. Zihinsel işlem yapabilmenin öncelikle pekiştirilmesi gerekmektedir. Yani olguların sorgulanması önemlidir; Formal tanım sorgulanmaya başlamıştır. Değişken nedir? Değişkenler değişirse nasıl olur? Bu nedir? (tanım kümesi) Nasıl olmaktadır? Niçin olmaktadır?(değer kümesi) Ne olur? Nerede azaldı nerede artar? Minumum? maksimum? Verilen bu duruma benzer bilgilerim nelerdir? Onlar bana ne derece yardımcı olur? Yardımcı olmazsa bunun nedeni nedir? Verilenleri anlamak ve çözüm üretebilmek için nasıl bir yaklaşım faydalı olabilir? Bütün bunlar ve benzeri sorgulama biçimlerinin öğrenciye kazandırılması kritik öneme sahiptir. Çünkü öğrenmeyi kontrol edebilecek düzeye gelen bir öğrenci, artık öğretmenin ya da daha bilgili bir arkadaşının yardımını fazla almadan kendi kendine keşif yapabilir. Kısaca kendi öğrenme stratejileri, kazanılan bilgiyle öğrenci arasında bir arabulucu rolü oynar. Böyle bir öğrenmeyi matematikte gerçekleştirecek ortam BCS'dir. Öğretmen adayı bu durumu "*artık kendi kendime de matematik öğrenebilirim*" diye yorumlamaktadır.

BCS ile öğretmen adayı, bilgileri belleğinde hem sembol, hem grafik, hem de tablo çıkartarak çok yönlü hale getirmiştir. Bu bilgiye ulaşma yollarını kullanmasını kalıcı hale getirir.

Öğretmen, öğrenenlerin bireysel farklılıklarına uygun seçenekleri sunmada daha fazla alternatife sahip olabilir, yönergeler verir, her öğrenenin kendi kararını kendisinin yapılandırmasına yardımcı olur. Bu noktada öğretmen- yol gösterici ve rehberdir. Öğretmenler, problemi öğrenenler için çözmek yerine öğrencinin çözümlemesi için ortam hazırlarlar (Brooks ve Brooks, 1999). Ortamın hazırlanması için matematik öğrenen ve öğretenlerin BCS 'nin desteğine ihtiyaçları vardır.

"D*enklemlerin ya da fonksiyonların incelenmesinde, çizimlerinde zayıftım. Ama kendimi geliştirdim daha da geliştirmek ilk amaçlarımın içinde. İleride bunların işime nasıl yarayacağını daha da bulmaya devam edicem*". NCTM (1987)'ye göre Genel Matematik dersi sayesinde lise öğrencileri analiz konuları üzerinde sayısal ve grafiksel olarak informal keşifler yapabilmeli, her öğrenci bir grafiğin maksimum ve minimum noktalarını belirleyebilmeli, problem durumlarındaki sonuçları yorumlayabilmeli, polinom, rasyonel, köklü ve transandantal fonksiyonların grafiklerini analiz edebilmeli der.



"Tepe ve dip noktalarında teğet doğruları gördüm. daha çok yorum yapıp arkadaşlarımla tartışmalıyım. Grafiklerin artan ve azalan olduğu yerlerde düşündüm. aşağı yukarı konkav (içbükey) daha iyi anladım…."

"… ders zevkli hale geldi. Fonksiyon çizmeyi, grafiği yorumlayabilmeyi öğrendim. Birebir, örten ve içine fonksiyonları daha iyi kavradım. Kareye tamamlamayı daha iyi bir şekilde anladım."

Öğretmen adayı "*böyle düşündürücü sorular…"* derken öğretmenin düşündürücü sorular sorarak öğrenenleri araştırmaya ve problem çözmeye teşvik etmesi rolünü sorgulamaya başlamıştır. Öğretmen, öğrenene soru sorar ama neyi ya da nasıl düşüneceğini söylemez. Yapılandırmacı öğretmen kuzey yıldızı gibidir, öğrencinin nereye gideceğini söylemez fakat yolunu bulmasına yardımcı olur (Brooks ve Brooks, 1999). Buradan öğrenme ortamı kadar öğrenme ortamına yön veren soruların seçiminde de öğretmen adaylarının kendilerini geliştirmelerine olanak verecek etkinlikleri öğrencilik yıllarında elde etmelerinde yarar vardır. Zihinsel şemaların çeşitliliği arttırıldıkça öğretmenlik becerileri geliştirilebilir.

"*İlerde öğretmen olduğumda öğrencilere böyle mi anlatacağım diye düşünüyorum. Öğrencileri bana bunları sorar mı diye merak ediyorum.*"

Problem çözme, yalnızca birey bazı düzeylerde tepki vermesi gerektiğini algıladığı zaman başlayabilir. Ayrıca bireyin bir hedefinin olması gerekir ki, böylece elde etmek istediği hedefe ulaşma yollarını bulmak için çaba sarfetsin (Taylan, 1990). Diğer bir deyişle problem çözme bir hedefe ulaşırken araya giren zorlukların çözümünü bulma sürecidir. Öğretmen adayı eğitiminin ilk yılında ilk hafta içinde mesleğe yönelik sorgulamasına başlamış olur. Akademik öğrenmenin amacı da bu değil midir?

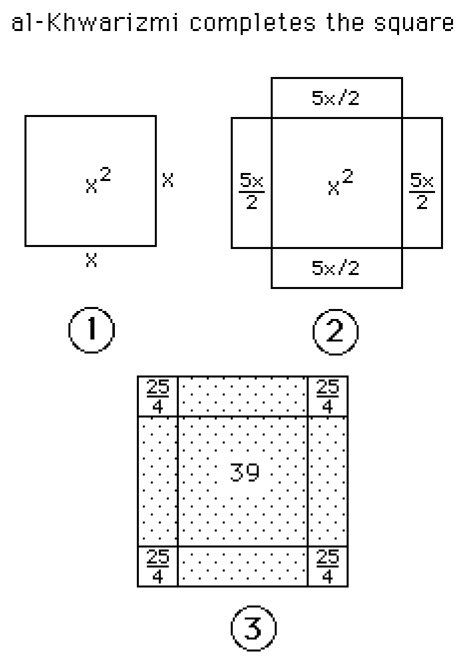
Yapılandırmacı öğretmen; bireye uygun etkinlikler yaratma, öğrenenlerin hem birbirleri ile hem de kendisi ile kurmalarını cesaretlendirme, işbirliğini teşvik etme, öğrenenlerin fikir ve sorularını açıkça ifade edecekleri ortamları yapılandırma gibi rolleri yerine getirmek durumundadır (Brooks ve Brooks, 1999).

"*Karmaşık ve zor bir ders bekliyordum. Başarmamız gereken güzel bir ders. Yapılan bu çalışmayla bildiğim matematik biraz daha kavramsallaştı. Problem çözümünde ihtiyacım olan (tablo, grafik vb) şeyleri öğrendim. Tahtaya çıkıp arkadaşlarımla tartışınca da yaşadığım korku gitti*". *Dewey'*e (1966) göre eğitim eyleme dayanır. Bilgi ve fikirler, yalnızca öğrenenlere mantıklı ve önemli gelen durumların denenmesiyle edinilir. Öğrenenler sınıf içinde çeşitli öğrenme araçlarıyla yönlendirilip, birlikte gerçek bir toplulukta olduğu gibi bilgilerini oluştururlar.

Yapılandırmacılık kuramı kendi içinde iki farklı eğilimi barındırmaktadır. Bunlar Piaget'nin görüşleri çerçevesinde bireyi, onun öğrenme ve gelişimini, bilgi yapılandırmasını merkeze alan *bilişsel yapılandırmacılık* ve Vygotsky'nin görüşleri doğrultusunda bireyden çok toplumu, toplumsallığın bireye, öğrenmeye ve gelişime etkisini ve bilgi yapılandırmadaki rolünü merkeze alan *toplumsal yapılandırmacılıktır*. Piaget öğrenmeyi temelde bireysel bir etkinlik olarak görüyordu, ona göre bireyin bilgiyi nasıl özümseyeceği, sahip olduğu diğer bilgilerle nasıl bütünleştireceği, yaşadığı çelişkili durumları nasıl çözeceği öğrenme açısından en önemli bileşenlerdir. Vygotsky'ye göre ise öğrenme bireyin yaşadığı toplumsal ve kültürel doku içinde gerçekleştirdiği bir bilinçli etkinliktir. Dahası, birey toplumsal ve kültürel çevresi ile olan ilişkisinden bilgiyi yapılandırmakta ve içselleştirmektedir. Cobb (1994) ise her iki eğilimi birleştirmeye çalışmıştır, ona göre "iki eğilimden birini seçmek için ilk önce hangisinin öğrenenin gelişimine katkıda bulunacağının belirlenmesi gerekmektedir"

Burada diğer bir katılımcı ifade ediyor "*Arkadaşlarımın bir soruya nasıl konsantre olduğunu nasıl çözümlediğini de analiz ettim*." Toplumsal etkileşim içinde bulunan insanların diğer katılımcıların bu etkileşim içindeki katkılarını göz önünde bulundurması gerekir. Bu etkileşimde bulunmaya devam etmek isteyen insan ötekilerin çıkarımlarını gözlemlemek durumundadır. Bu şekilde farklı eylemlerde bulunan insanlar ortak eylemlerde buluşabilir. **Dewey**'e göre anlamak birlikte düşünmek ve ötekinin eylemlerini göz önünde bulundurmaktır. Anlayamamak da ortak eylemde bulunamamaktır. Dewey, özne ve nesne, gerçeklik ve bilgi, dünya ve bilinçlilik ikiliklerini eleştirmekte ve ikiliklerin eylem düzleminde birleştiklerini vurgulamaktadır. Bu açıdan eylemi var oluşumuzun temeline koymaktadır.

"*Matematikçileri tanıdık, matematikçilerin ne gibi konular üzerinde çalıştıklarını gördük.*"



$x^2 + 10x = 39$ denkleminin çözümü:

Harezmi çözüme önce bir kenarı x olan bir kare ele alarak başlar. Şekil 1. Alanına x^2 der. Kareyi $10x$ haline getirmek içine kenarlara $\frac{10}{4}x = \frac{5}{2}x$ genişliğinde dikdörtgenler ilave eder. Şekil 2 ile kare $x^2 + 10x$ haline gelir. Tam kare haline getirmek için alanları $\frac{5}{2}.\frac{5}{2} = \frac{25}{4}$ olan küçük kareleri ilave eder. Bu durumda $4.\frac{25}{4} = 25$ ve $25 + 39 = 64 = 8^2$ ve $x = 8$ elde edilir.

$x + 5 = 8$ den $x = 3$ elde edilir.

Çünkü, görmek, iletişimde bulunmak ve insanın zaman ve mekana göre durumunu resmedebilmesi için insanın yaratıcılığı aracılığıyla ürettiği simgeleri de keşfetmeye ve yapılandırmaya ihtiyacı vardır. Fourez (1998) bunu şöyle vurgular: "Bilim büyüleyici bir kültürel ve estetik girişimdir, çünkü insanlar bilimde, dünyada yaşarlarken en büyük başarıları olan kendilerini geliştirme ve fark edebilme özelliklerini görürler. Bilimin sadece tarihi yoktur, tarih içinde olma zorunluluğu vardır."

Yapılandırmacılara göre bilimsel tartışmanın sınırları belirli bir anda onu uygulayanların üzerinde anlaştıkları ilkeler ve uygulamalar çerçevesinde oluşur. Buna paradigma ya da alan matrisi (tablosu) da denir.

Eğitim sürecinde bilimsel bilginin oluşturulabilmesi için bu bilginin kökenini oluşturan şartların ne olduğu belirtilmelidir, çünkü öğrenenler kendi düşüncelerinin hem oluşturanı hem de kullananıdırlar. Onlar karşılaştırırlar, çevirirler, simgeleştirirler, dönüştürürler, yaratırlar. Onlara bunları kullanabilecekleri alanlar ve imkanlar verilmesine gerek duyuluyorsa ki yapılandırmacılıkta duyulur bunun için gerekli araç BCS'dir. Öğrenenler konuşmadıklarında bile sorgularlar. Sorgulama ve anlamlandırma sonuçlarını yansıtırlar. Öğrenenlerin öğrenileni sorgulamaları sonucu ortaya çıkardıkları simgeleri yansıtmaları yeni bilgilerini yapılandırmaları için gerekli bir eylemdir. Sonuca giden yollarını da ayrıca sorgulamaları, eleştirel olarak onlara da bakmaları yapılandırma eyleminde onlara yararı olacaktır. Bilimsel bilgi yapılandırmak için öncelikle kendi görüşlerini yapılandırmaları, daha sonra bunları ötekilerle paylaşmaları ve ortak yönleri bulmaları, en sonunda da görüşlerinin farklılıkları üzerinde bilinç geliştirmeleri gerekir. Bu süreç içinde anlamayı kolaylaştırmak için benzetmeler yapılandırmaları, öğrenenlerin düş gücünü kullanarak öğrenilenin sınırlarına ve sonuçlara ulaşmalarında destekleyici etkisi olur (Desautels, 1998: 130).

Bunları göz önüne alınca, gerçek hayatın bir çok öğesinin sınıf içi uygulamalara yansıması gerekmektedir. Fleury'nin (1998) May'den alıntıladığı gibi: "Çağdaş dünya çevresel, ahlaki, kültürel, çoğulcu ve ruhsal bakış açılarını içeren, ilgi etiğini ve eleştirel işlevselliği de önemseyen post modern bir eğitime gereksinim duymaktadır."

Fleury (1998) yapılandırmacılığın eğitim kuramını dönüştürebilme potansiyeline sahip post modern bir bilgi kuramı olduğunu vurgular. Günümüzde yapılandırmacılık bir çk değişik alanda ele alınmaktadır. Matematikte bu alanlardan birisidir. Yapılandırmacılık kuramının dayandığı iki temel ilke uygulamaya konularak matematik eğitiminin dönüştürülmesinde itici güç oluşacaktır..

İlki, bilginin düşünen özne tarafından etkin bir biçimde oluşturulduğu, ikincisi de düşünmenin işlevinin var olan bir gerçekliğin keşfedilesi değil de bireyin deneyimsel dünyasını düzenlediği ilkesidir. Bu iki ilkenin uygulanmasında günün koşulları teori ve pratiğe teknolojiyi ilave etmek gerekir. Bu da BCS'dir.

"*Böyle bilgisayarda sorular çözerek matematik yapıldığını görmedim. Böyle düşündüren sorularla matematik öğrenmemiştik.*"

"soruları bilgisayarda denemelerle çözmek daha kolay oldu. Genel matematiği analitikle bağdaştırdım"

"*Fırlatılan top sorusunda denklemleri grafikle çözünce daha iyi anladığımı gördüm. Bilgisayarla daha iyi yorumluyorum.*"

"*Denklemler konusunda bir çok şey kazandım. Arkadaşlarımla yardımlaştım. Derse hazırlıksız gelmemem lazım. Maple'da bu kadar çok çizim yapmak çok hoşuma gitti. Çizim olan herşeyde varım*".

"*animasyonlarda kendim yeni bir şeyler geliştirmek istiyorum. Oyuncaktaki durumu animasyonda izleyince fonksiyonları düşündüm.*"

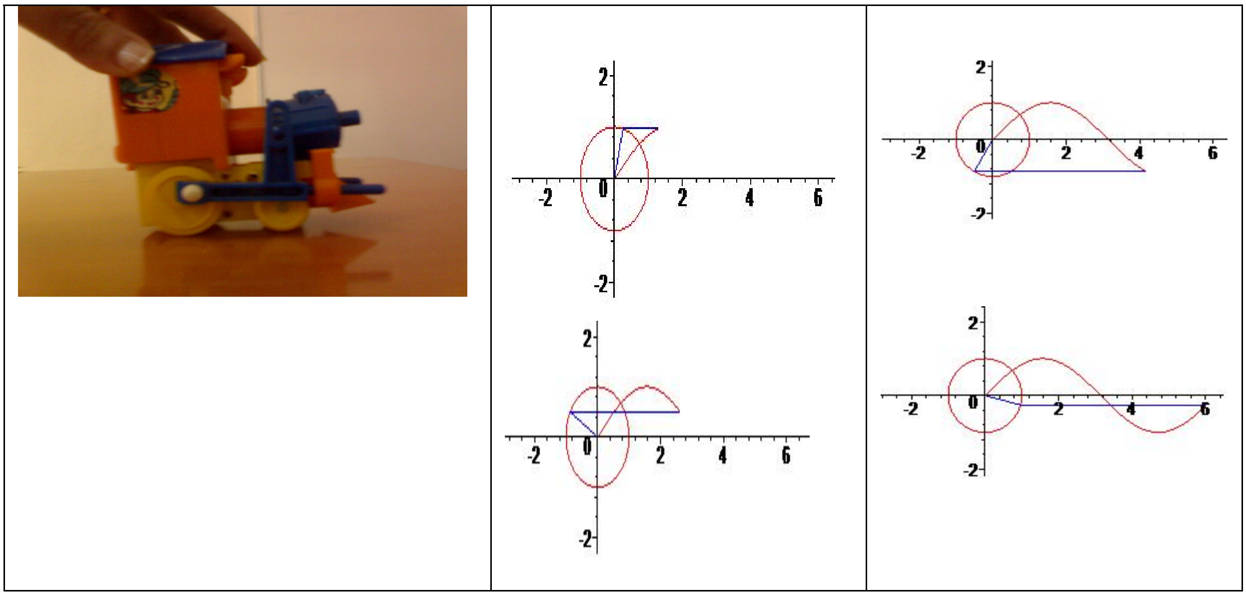
Piaget'ye göre bilginin etkin olarak birey tarafından oluşturulması toplumsal bir bağlam içinde gerçekleşebilmektedir, bunun için de sınıf dışında var olan toplumsal bağlam sınıf içinde de var olabilmelidir. Buradan çıkışla da Lev Vygotsky ve Jerome Bruner'in çalışmalarında vurgulanan öğrenmenin kültürel temelleri göz önüne alınmalıdır. von Glasersfeld'in vurguladığı deneyimin döngüsel doğası gereği sınıf içinde yaşanacak deneyimin doğrusal-çizgisel olmaması tersine döngüsel olması gerektiği sonucunu çıkarabiliriz. Bu fikirlerin eğitim uygulamaları içinde yer bulmaları bugünkü eğitimin nasıl değişebileceğini göstermektedir.

Piaget'ye göre bilgi dil gibi bir kuşaktan diğerine aktarılmaktadır, ve bu bilgi ideoloji gibi işlev görmektedir. Dolayısıyla bilginin ideolojik olarak tanımlanması onun her yer ve her birey için aynı olmadığını betimlemektedir. Von Glasersfeld'in radikal yapılandırmacılık adı altında pozitivist kuramın *doğru* kavramını *geçerlilik-uygulanabilirlilik* kavramıyla geçersizleştirmeye çalışması da eğitim uygulamalarının değiştirilmesi için önemli katkılar yapabilir.

Yapılandırmacılık kuramının eğitim üzerinde etkisinin henüz çok fazla görünmemesinin nedenlerinden biriside ülkemizde de tıpkı endüstrileşmiş batı toplumlarındaki eğitimde olduğu gibi pozitivist kuramın ilkelerinin sürdürülmesidir. Yani, bizim dışımızdaki gerçekler temelli ve ders kitabı merkezli bir eğitim. Bu gidişi de doğrusal halde sürdürmeyi getirmektedir. Eğitimin, otoriteye dayalı güç ilişkileri doğrultunda sürdürülmeye çalışılmasıdır.

Fleury'nin Popkewitz'ten şunu alıntılar. "<u>okulda verilen bilgi dünyayı ve işlevini şekillendirmekte ve sınıflandırmaktadır</u>", bu da karşılığında bireysel kimliği düzenlemekte ve şekillendirmektedir. Toplumsal güç ve toplumsal bilgi arasında bir ilişki vardır. Bunun sorgulanabilmesi için öğrenenlerin gerçek ve toplumsal değerleri sorgulayabiliyor olması gerekmektedir.

"… sin ile ilgili animasyonda trendeki tekerleğin dönüşünü trigonometrik fonksiyonla neler yapıldığını düşündüm. Kendimi daha fazla geliştirmeliyim …"



Böyle bir eğitim uygulamasından yoksun bireylerin bu ilişkiyi fark etme ve sorgulama konusunda ne kadar başarılı olabileceği sorgulanmalıdır. Gerçek temelli ve ders kitabı merkezli sınıflarda bilginin yüceltilmesi ve öğretenin sahip olduğu gibi gösterilmesi, öğrenenin karmaşık toplumsal ilişkilerin değişkenlerini anlamasını, sorgulamasını ve toplumsal güç ilişkilerinde değişiklik yaratması olanaksızlaşıyor.

İnsan yaşamını oluşturan bireysel, toplumsal, kültürel ve güç ilişkilerine dayanan ilişkiler ağının sınıf içinde tanıtılması, bu öğelerin birbiriyle olan karmaşık ilişkilerinin sorgulanması daha özgür düşünen bireyler yaratır. Burada matematiğe öğrenileni öğretenin seçtiği, içeriği belirlediği, sunduğu, bunu değerlendirdiği ve tek doğruluymuş gibi, doğrusal biçimde yaptığı eleştirisinden kurtulma yollarını bize BCS + yapılandırmacılığın açabileceğini düşünebiliriz. Öğrenenin, öğrenilenin kimin için kimin tarafından seçildiğini eleştirel bir bakışla sorgulaması BCS + yapılanırmacılıkla gerçekleşebilir.

Yapılandırmacılık kuramı içinde belirtilen bilginin çok yönlü elde edilebileceği görüşünün edinilmesi öğreneni kendi için kararlar alabilmeye götürecektir.

"Matematik, bilgisayar ve ingilizcede kendimi geliştireceğim. Burada bunun için gerekli zemin var".

Ulusal eğitimlerin sunduğu ve kendi değerlerini yücelttiği eğitim şeklinde gelen eleştirileri matematik kültürünü ve bugün toplumların geldiği yere katkısını edinen bireylerin oluşturduğu bir eğitim bütün ülkeler için uzlaşmada birleştirici rol oynayacaktır. Toplumların gereksinim duyduğu yaratıcı gücü geliştirmek bu şekilde mümkün olabilir. Toplumlar matematiğin bu birleştirici gücüyle dönüşümü sürdürebileceklerdir. Bir toplumda bulunan politik ve ekonomik güçlerin eğitimi kendi amaçları için kullanmalarının önüne geçilmesi gerekir. Bu da toplumsal ilişkiler ağının değişkenlerinin sınıflarda daha açık ve öğreneni daha farklı yönlerde düşünmeye teşvik etmesiyle başarılabilecekse matematiğe olan ihtiyacımız tartışılmazdır. Farklı kültürler ve çok yönlülük bilinci matematik kültürü ile uzlaştırılır.

Hayatta kalma ve uyum sağlamayı açıklamaya çalıştığından dolayı yapılandırmacılık kuramının BCS ile eğitime insanın bütün deneyimlerinden anlamlar çıkarmaya yönelik görüşüne katkıda bulunr. Pepin'in Varela'dan alıntılar: "<u>İnsanın kendi deneyimi dışında bir gerçeklik söz konusu değildir. İnsanı insan yapan deneyimlerinin dışında bir dünya yoktur</u>".

Uyum sağlarken geçmiş deneyimden gelecek deneyimi tahmin etmeye dayanır. Yapılandırmacılık + BCS öğrenicinin kendi içinde, dünyayı anlamlandırma çabasına katkıda bulunurken kendini gerçekleştirme fırsatı verir. Farklı parametrelere göre yeniyi şekillendirir, böylece yeni bilgiyi eski bilgisiyle karşılaştırıp kendi görüşünü geliştirir. Kendi görüşü geçerli olduğu ve işe yaradığı sürece değiştirmez, ancak işe yaramadığı durumlarda, değiştirmeye ve geliştirmeye gereksinim duyar. Öğrenmek için gereksinim duymak yapılandırmacı kuramın ilkelerinden biridir. Gereksinim duymak aynı anda zorunlu olmaktır. Bu anlarda soyut çıkarımlar BCS ile somuta dönüşür. Pepin'nin belirttiği yapılandırmacı kurama göre eğitim uygulamalarında uygulanabilir ve deneyimden kaynaklanan bilgi önemsenecekse matematik bu süreçte BCS'den yararlanmalıdır.

Sahip olunan görüşün işe yaraması durumlarında, başarılı olduğu durumlarda bu bilgi yeterlidir, ancak işe yaramadığında, başarısızlık durumunda bu bilginin tekrar değerlendirilmesine yol açar. Buradan yeni bilgi yapılandırmanın bağlamsal olduğu ama bunu daha klay bir yoldan nasıl yaparız sorusunu da sormamız gerekir? BCS bu konuda bir alternatif sunbilir. Bu bağlamda etkileşime katılan diğer değişkenlere (ötekilere) bakarak yeni bir anlayış geliştirilebilir. Buradan da bilgi edinmenin yeni bir toplumsal yanını görebiliriz. Karşılaştırma imkanı bulunmadığında, ötekiler olmadığında farklı bir bakış açısı görmeden, varlığımızı devam da sorun çıkartabilir. Yapılandırmacılık kuramında insanın yeni bilgi yapılandırması için bir sorunla karşılaşması gerektiği vurgulanır. Bir sorunu çözme yolunda sorunlarla karşılaşılmadığında eski bilgi işe yarar ve değiştirilmez, ancak bir çelişki ile karşılaşıldığında o çelişkinin giderilmesi için yeni duruma uyum sağlanması gerekir. Matematik kendi içinde bu çelişkileri kendi kendine yapılandırma fırsatı sağlayan en inanılmaz bilim dallarından birisidir. Pepin'e göre yapılandırmacı kuram "insanın hayatta kalmasını sağlayan, amaçlarını gerçekleştirmek için kullandıkları ve isteklerini doyuran bilgi mümkündür" ise matematik çağlar boyunca bu işlevi yerine getiren en önemli bilim dalıdır. Matematik öğretmenleri neden bu yönü günümüzde daha kolay biçimde ortaya çıkartacak BCS öğretimde kullanılmasın.

Yapılandırmacı bakış açısıyla daha sonra kullanılmak üzere bilgi biriktirmek olanaklı değildir, bunun yerine amaçlar çerçevesinde ön deneyimlerden oluşturulan bilgi esastır. Bu yüzden okul matematiğinde sınıfta öğretilen matematik bilgilerinin öğrenicilerin ev, sokak, mahalle gibi doğal yaşamlarında elde ettikleri bilgileri ile çelişmemesi gerekir. Sınıftaki öğretilen matematikte bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumu güncelleştirmek gerekiyorsa BCS yine bir çok olanak sunabilir.

Eğitim, öğretenin bilgiye sahip olduğu ve bu bilgiyi aktardığı görüşürüyle yapılırsa öğrenenden de bilgiye sahip öğretenin düşünme ve yapılandırma tarzını benimser. Veya en azından benimsemesi beklenir. Yapılandırmacı kurama göre ise her özne kendi gerçekliğini ve dünyasını oluşturur. Bilgi, özne ve nesne arasındaki ilişkiden meydana gelir, bu açıdan dışsal değil içseldir, içsel bir gerçekliktir. Öznenin düşünüyorum ve yapıyorum dediği, kendi duyguları, deneyimleri ve bilişsel yapılarının sonucunda oluşturduğu bilgidir. Başka bir öznenin duygularını, deneyimlerini ve bilişsel yapılarını benimsemesi mümkün değildir. Öğreten öğrenen bağlamında kişilerarası iletişim ve etkileşim vardır. Bilginin paylaşılması da bu iletişim ve etkileşim soncunda olabilir. Matematik işte bu süreçte insanın kendi gerçekliğini ve dünyasını oluştururken ne kadar geçerli ve kullanılabilir olduğunu sorgulamalıdır.

Yapılandırmacı kuram çerçevesinde okul matematiğinin öğretiminde öğrenenlerin de kendi sorunları olarak algılayabilecekleri bir problem yaratmak amaçtır. Öğrenenler genellikle yavaş ya da az güdülenmiş olarak nitelenirler, oysa temelde sorun onların sadece sınıftaki konuya karşı ilgisiz olmalarıdır. Kendi dünyalarında böyle bir problemleri yoktur. Problem sadece sınıfta olup bitenle karşılaştırıldıklarında ortaya çıkar. Dolayısıyla yapılması gereken, sınıfta olup bitenlerle öğrenenlerin kendi dünyalarındaki bilgilerin bilinçli bir şekilde karşılaştırılması, bunun sonucunda da onların farkları, benzerlikleri bulmaları ve bundan sonuç çıkarmalarıdır. Bu şekilde matematik sınıfında olup bitenler öğrencinin kendi problemi haline gelir ve bu süreç sonunda edindikleri bilgi pratik bilgi haline gelir ve kendi bilgileri geliştirilmiş ve karmaşıklaştırılmış olur.

"*Daha önce bilgisayar kullanmadığım için biraz korku vardı. Korku azaldı. Şiimdi Maple çalışmaya devam etmek istiyorum.*"

Oğuzkan' a göre problem çözme bir zaman, çaba, enerji ve alıştırma işidir. Bireyin amaç, ihtiyaç, değer, inanç, beceri, alışkanlık ve tutumları ile ilgilidir. Ayrıca bireyin problem çözmeye yönelmesi, cesareti, isteği ve kendine güven duygusuyla orantılıdır.

"*Orta* okulda *ve lisede bilgisayar dersi gördüm. Ama sevmemiştim. Burada da ilk istekli olmadığımı farkettim. Ama Maple bana zevkli geldi. Hoşuma gitmeye başladı. Derse başlarken bir merak var şimdi*".

Bruner herhangi bir eğitim kuramının şu 4 özelliğe sahip olması gerektiğini belirtir. :

1) Öğrenmeye karşı ilgi ve merak uyandırmak;
2) Öğrenenin bilgiyi en iyi şekilde özümseyebileceği bir bilgi yapısı;
3) Materyali sunmak için mümkün olan en iyi yolları bulmak;
4) Güdüleme için ödül ve cezalardan en iyi şekilde yararlanmak.

Okullarda (üniversitelerde bile) bilgisayar dersi bilgisayar okur – yazarlığından öteye gidememektedir. Aynı şekilde öğrettiğimiz matematik de ağırlıklı olarak matematiksel işlemleri uygulama ve bunların pratiğini yapma düzeyindedir. Halbuki bu tarz işlemleri BCS en iyi matematikçilerden bile daha hızlı ve güvenilir olarak yapabilmektedir. Bu bağlamda, matematik dersindeki amacımız matematiksel işlemleri ve algoritmaları **uygulayabilmekten**, bu işlem ve algoritmaları doğru amaçlar için **kullanabilmeye** doğru değiştirilmelidir (Kokol-Voljc, 2000).

Wickelgren (1979), her problem için, bir hedef, veriler ve işlemler belirlenebileceğini belirtmektedir. Veriler, hedefe ulaşmak için kullanılabilecek gerçekler, sözcükler, kavramlar ve işlemlerdir. İşlemler, hedefe ulaşabilmek için verileri manipüle etme yollarıdır. Hedef ise problemin çözümüdür (Taylan, **a.e**).

Öğretmen adaylarının modelleme ve metot üzerinde çalışmalarının arttırılabilmesiyle matematik kavramların ve problem çözmenin yani Genel Matematik stratejierinin BCS ile daha iyi kazanılabileceğini söyleyebiliriz.

"*Bilgisayar ile matematik çalışırken problemden çok konuların öne çıkacağını, sorularda yorumun daha az olacağını düşünmüştüm. Ama derste önce yorumlayıp kağıda döktüğümüz problemlerin bilgisayarda uygulamasını yapıyorum. Bilgisayar kullanmayı bilmediğimden başta başarısız olacağımı düşünmüştüm. Matematiğin kağıttan başka yerde uygulanamıyacağını düşünüyordum*". *Dewey'*e (1966) göre eğitim eyleme dayanır. Bilgi ve fikirler, yalnızca öğrenenlere mantıklı ve önemli gelen durumların denenmesiyle edinilir. BCS, öğrenenlerin sınıf içinde yönlendirilip, birlikte gerçek bir toplulukta olduğu gibi bilgilerini yapılandırmalarına fırsat veren bir enstrüman olarak elimizde bulunmaktadır.

Dewey'e göre bilgi gerçekliği temsil etmemektedir, üzerinde uzlaşılmış, çoğul ve çok yönlüdür. Bilginin gerçeklikle ilişkisi bireysel ve toplumsal eylem ve deneyimlerde bulunma sürecinde oluşturulmaktadır. Bu bağlamda, bireyin eylem düzeyinde çevresiyle olan sürekli ve içsel ilişkisi bilginin oluşturulmasını desteklemektedir. Dolayısıyla eylem insan varoluşunun temelinde bulunmaktadır. BCS ile matematik öğretiminde eylem; Bilmenin, gerçeği insan tarafından kaydetmesi değil insanın gerçekliğe dahil olması süreci olarak görebiliriz; bilgi de dışsal, bağımsız ve nesnel bir gerçeklik değil eyleme dahil olunan bir süreci ifade eder.

Matematiğin *gerçek* kapsamı, sorulan soruyu anlamanın bir sonucu olarak, problemin nasıl çözüleceğini bilmek, hangi işlemin uygun olacağına karar vermek;

olası yanıtın doğru ve ne denli anlamlı olup olmadığını belirleyebilmektir. Bu bağlamda, BCS, öğrenciye problem-çözmede, denemeler yapmasına yardım eden bir araç olarak düşünülebilir. Öğretmen adayları BCS (Maple) ile problem üzerinde çalıştıklarını, hesaplamada nasıl kullandıklarını, kalem-kâğıt yöntemleriyle yapıldığı zaman sıkıldıklarını ifade ettikleri matematik kalıplarını keşfettiklerini ve daha iyi gözlediklerini ifade etmektedirler.

"*Sözel sorularda denklem ve fonksiyon kavramı için kendimi Maple ile daha iyi geliştirebilirim. Maple programını daha iyi kullanmak için çalışacağım*"

Öğretmen *otorite* değil sınıf içinde gözlemcidir. Yapılandırmacılıkta sınıf yönetimi emir verme ya da zor kullanma ile yapılmaz. Denetim dolaylı, duygusal ve zihinseldir.

Öğrenmenin kontrolü bireydedir. Öğrenmeye öğretmeniyle birlikte yön verir. Öğrenenlerin önceki yaşantıları, öğrenme stilleri, bakış açıları ve hazır bulunuşluk düzeyleri öğrenmelerine yön veren etmenlerdendir. Öğrenen kendi kararlarını kendi alır (Brooks ve Brooks, 1993).

"Denklem ve fonksiyonların grafiklerinde, çemberin analitiğinde eksiklerimi Maple ile giderdim. Soru çözme becerimi arttırdım. Daha çok soru çözeceğim. Daha sık tekrarlar yapmam gerekiyor."

Eğer yapılandırmacılık kuramını kabul edersek – ki bu Dewey, Piaget ve Vigotsky'nin yolunu izlemek anlamına gelir – bilenden bağımsız bir bilginin var olamayacağını, öğrenirken sadece kendi oluşturduğumuz bilginin varlığını kabul etmemiz gerekir. Öğrenme, nesnelerin gerçek doğasını anlamak ya da düşünceleri hatırlamak değil, öğrenme sürecinde örgülediğimiz açıklamalar, şemalar ve yapılardan duyuşsal olarak kişisel ve ya toplumsal anlamlar yapılandırmaktır.

"*Açıkçası* en *başta tedirgindim. Ama dersten sonra böye sorulara gerek kalmadığını anladım. Bilgisayar bir eğlence aracıydı şimdi ise farklı yönlerini gördüm. Kısa bir zaman içine çok şey sığdırdık. Bu beni yordu. Ama bilgisayarda dört işlemi de fonksiyonları özelliklerini, grafiklerini çizmeyi ters bulma grafikleri tanım ve değer kümelerini bulabilmeyi …*".

Mintzes ve Wandersee (1998: 47) Novak'ın bu düşünceyi desteklediğini şu alıntıyla belirtirler: "Bana göre bir bireyin kendi için anlamlar yapılandırmada kullandığı bilişsel süreçlerle herhangi bir bilim dalında uzman olanların bilgi yapılandırmada kullandığı epistemolojik süreçler temel olarak aynıdır. Yeni bilgi yaratma yaratıcısına ait bir çeşit anlam öğrenimidir."

"*Daha fazla yorum yapıp arkadaşlarımla tartışmalıyım Herhangi bir şık yok ki onu bulup işaretleyeyim*". Bugünün sınıf içi uygulamalarında, öğretmen ve ders kitaplarından edilgen bir şekilde bilgi bekleyen öğrenenlerle karşılaşırız. Öğrenenler de bilgi yapılandırma sürecinde keşfetmek yerine en doğru cevabı verme çabasının daha etkin olduğunu söyleyebiliriz. Öğrenenler öğretmenin yöntemini sorgusuz sualsiz kabul ederler ve öğrenmenin edilgen bir parçası olup çıkarlar. Oysa bu durumu radikal yapılandırmacılık kuramının önde gelen kuramcılarından von Glasersfeld (1996) şöyle ele alır: "Bilme(öğrenme), deneyimin kabul edilebilir yorumlara etkin bir biçimde uyması sürecidir. Bilenin(öğrenen) gerçek dünyanın bilgisini yapılandırması gereksizdir." Buradan çıkarılacak sonuç tek bir cevabı bulmak değil deneyimleri iyi bir şekilde yorumlamanın uygun olduğu şeklindendir.

Yapılandırmacılık çerçevesinde eğitim, öğrenme ve anlama, gerçek deneyimler sonucunda eski bilginin üzerine yeni bilgi ve yeni anlayışlar yapılandırma şeklinde ele alınır. Böyle bir lisans eğitim biçiminde öğrenenlerin gerçek yaşam bağlamları içerisinde sorunlara yeni çözümler bulmaları, birbirinden farklı çözümler yaratmaları, diğer öğrenenler ya da uzmanlarla işbirliği yapmaları, düşüncelerini ve öne sürdükleri hipotezlerini denemeleri, düşünme şekillerini gözden geçirmeleri ve en sonunda ortaya koyabilecekleri en iyi çözümü sunmaları için desteklenirlerse akademik öğrenme gerçekleşecektir. Eğitim fakültelerinin yüksek öğretim sürecinin içine dahil edilmesinde öğretmen adaylarının akademik öğrenmelerinin gerçekleştirilmesi esası yer alır. Bu doğaldır. Ama bu sürecin yönetilmesinde mesleğe yönelik yetiştirmenin öneminin de yadsınmaması gerekir. Teori ile pratiği sadece öğretmen adayı değil dersi anlatan öğretim elemanının da algılaması gerekir.

"*Eğer bir derse başlıyorsam hafif bir heyecan duyarım. Yüzümde bir gülümseme olur. Konuyu sevmediysem dikkatimi başka taraflara veririm. Hoca bana baktığında dinliyormuş gibi yaparım.*" Reys ve diğerleri (1998) problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde ele alınması gereken durumlardan birisinin de "öğrencilerin davranışları ve yüzlerindeki ifadeler, ilgilerini ve katılımlarını ortaya koyuyor mu?” der. Bir diğer aday için durumda yukardaki gibidir. “*problem çözmeye dayalı çalışmalar ilgimi arttırdı. Bu da başarıyı getirir*.”

“*Gelecekte öğrencilerime bunları nasıl öğretebilirim benliğime oturdu. Bazı kavramları yanlış ve eksik kullanıyormuşum. Matematiğin soyut ama aynı zamanda bir o kadar somut ve yakınımızda olduğunu öğrendim. Lisede fizik hocamız grafik dersi vermişti. Tanımları zihnimde kendim şekillendirdim*.

Burada cevaplandırılması gereken soru grafikle ilgili çalışmalar matematik dersinin konusudur.

“*Bu programla bilgisayardan anlamam şeklindeki fikirlerim kaybolmaya başladı. Soru soruyorum. Arkadaşlarım ne sorar düşünmeye başladım. Test mantığı yerine uzun uzun çözerek yapmaya başladım. Fonksiyonları çok daha rahat anlar hale geldim. Uzun işlemler yaparken zorlanıyordum şimdi gayet iyi test mantığından uzaklaştım. Kendi kendime tekrarlar yapıyorum. Sözel problemlerde kendimi geliştirmeliyim. Not tutmaya özen göstereceğim*.”

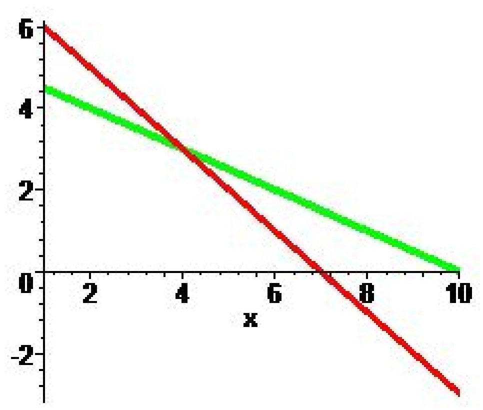
“*Denklem çözümlerini daha iyi anladım. Mantığı dayalı. Tartışarak daha iyi anlamamı sağladı. Matematik için program olduğunu tanımamı sağladı. Sorun bizim tek tip konu tek tip şekil tek yöntem başka düşünceler türetememek. Sorunu gördüm hallederim*.”

“*İlk başta karmaşık gibi geldi. Matematik bize bu şekilde öğretilseydi daha da zevkli olacağını düşündüm. Problemde grafikleri kullanmasını öğrendim. Problemlerin sadece bizim çözdüğümüz gibi olmadığını öğrendim.*

“ Ders öğrencilere nasıl anlamam ve nasıl anlatmam gerektiğini düşündürdü. Ama beni hayata ve öğretmenliğe hazırladığınızı farkettim. Bu çalışma gereksiz gibi geldi ilk ders şu an ne kadar önemli olduğunu farkına vardım. Fonksiyonu yazmada zorlandım. Ama yardımınız vardı. Problemi grafikte görüp cevaba sonra geçmeyi sevdim. Görerek yapmayı tercih ediyorum artık. Ama diğer bir çok soruyu yeniden ele almam gerekiyor”. Garrison’a (1998: 43-63) göre “öteki” kavramı olmadan “benlik” kavramı gelişemez. Öteki ile olan etkileşimimiz ve iletişimimizle benliğimizi şekillendiririz. Buradan da bir bilginin var olabilmesi için ötekilerin de önemli olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Daha da önemlisi kişilerin ötekiler ve öteki unsurlar ilişkisinden kendini oluşturduğu sunucunu çıkarabiliriz ki bu yapılandırmacığın temel ilkelerinden ve eğitim bağlamında fazlaca

bahsedebileceğimiz bir ilkedir. Freire'e (1993) göre "*gerçeklik ve dünya öğrenenlere tamamlanmış ve kesin çizgilerle ayrılmış veriler olarak sunulur*." Oysa öğrenenin dünyasıyla ve kendi gerçekliğiyle ilişkisi göz ardı edilmektedir. Eğitimde bunların da önem kazanması zamanı gelmiştir.

Bruner yetişkinlerin, çocukların sorunları çözmek için dünya ile aralarında nasıl aracılık ettiklerini araştırmıştır. Çocuğun bir etkinliği gerçekleştirirken yetişkinlerin incelikli-yönlendirici yardım konuşmasını *scaffolding* olarak nitelendirmiştir. Bu durumu bir başka aday da ""*Çiftlikteki hayvanların sayısı problemini çözerken ilerde öğretmen olduğumda öğrencilere böyle mi anlatacağım diye düşündüm. Öğrencileri bana bunları sorar mı diye merak ediyorum*." ifade ederek öğretmenlik yaşantısı için kendi görüşlerini yapılandırmaya başlamıştır. Problem doğru denklemi grafiği incelenmesi sırasında ele alınmıştır. Soru; İnek ve tavukların toplam sayısının 7 olduğu bir çiftlikte, bu hayvanların ayaklarının sayısı ise 20'dir. Acaba bu çiftlikte kaç inek ve kaç tavuk vardır? sorusunu nasıl çözeriz? Öğretmen adayları doğrudan sorunun cevabını vermişlerdir. Peki böyle bir soru çözeren başka hangi yollara başvurabiliriz sorusu yöneltildiğinde tablo ve grafik çıkarma seçenekleri için uzun süre düşünmüşlerdir. Ders işlenirken belki geleneksel bir sınıfta öğretmenin vereceği cevapla devam edilirken lazım olan süre ile oluşan durum için geçerli olan süre Yapılandırmacılık + BCS için belki daha fazla gerekiyor olabilir ama sonuçta önemli olan matematiksel düşünmenin geliştirilmesi değil midir?.

	1, 6, 8 2, 5, 6 3, 4, 4 4, 3, 2 5, 2, 0 6, 1, -2

"*İşlemleri adım adım ilerleyerek görmek lazımmış*." BCS algoritmayı daha iyi kurmamıza yardım edebilir.

"*Bilgisayarı kullanarak matematiğe iyi bir matematikçinin daha fazla katkıda bulunabileceğini düşünüyorum. Problemlere özellikle grafiğe döktüğümde problemlerdeki işlemleri grafik üzerinde yorumlayamadığımın farkına vardım. Grafikle problem arasında bağlantılarda yetersiz olduğumu ama bunu halledeceğimi farkettim. Matematik problemlerinde yorum yeteneğimi geliştirdim. Yorum yapabilen ve donanımlı yetişmiş bir öğretmen olma ümidi ile doldum. Performansı göstermesemde dersin çok önemli olduğunu anladım. Mesleki bilgiler edinip gündemi yakalayan bir öğrenci olmam gerektiğini anladım. Arkadaşlarımla çok güzel yardımlaştım. Problem çözmeye yorumlamaya daha fazla zaman ayıracağım. Bilgisayar ile uygulama güzel. Problem çözümü benim için önemli. Arkadaşlarımın yorumlarını dinlemek güzel. Tartışmak çok güzel".*

"*Matematiğin bilgisayarda yapılabileceğini işlemi ve yorumu grafiği daha iyi öğrendim. Korkularım vardı yersiz olduğunu düşünüyorum. Problemlere farklı açılardan yaklaşmayı öğrendim. Sadece çözümü değil çözüme giden farklı yolları düşünüyorum."*

"*Fonksiyon kavramında dersin bana katkısı büyük. En büyük alan hacim bulmada türev vardı şimdi ise başka bir yolla bulmamız isteniyordu. Alışık olmadığımız bir durumdu. Yorum gerekiyor. Soru üzerinde düşünmezdim hemen çözmeye başlardım. Yorum ve değişik çözüm yolları aramazdım. Kendimi geliştiriyorum*".

Yapılandırıcı öğrenme ortamlarında sorumluluğunu yerine getiren bireylerin girişimci olma, kendini ifade etme, iletişim kurma, eleştirel gözle bakma, plan yapma, öğrendiklerini yaşamda kullanma gibi özelliklere sahip olması beklenir (Marlowe ve Page, 1998).

Birey, zihinsel özerkliğini kullanarak öğrenme sürecinde etkili rol almak için eleştirel ve yapıcı sorular sorar, diğer öğrenenlerle ve öğretmenle iletişim kurar, fikirleri tartışır. Öğrenen, öğrenme ortamlarındaki öğretici sorularıyla diğer bireylerin gelişimine de de katkıda bulunur (Lin ve diğerleri, 1996).

"*Cebirsel işlemleri iyi öğrendim. Maple ile derslere daha iyi odaklanıyorum. Fonksiyonları sözel olarak ifade etmede zorlandım*."

Öğrenenler bilgiyi araştırıp keşfederek, yaratarak, yorumlayarak ve çevre ile etkileşim kurarak yapılandırır. Böylece, içerik ve süreci aynı zamanda öğrenirler. Burada yine elimizde BCS vardır.

" *Rasyonel fonksiyonları anlamada zorlandım. İki değişkenli bir fonksiyonun gerçel değerli tek değişkenli oluşunu anlamak…*"

"*Bundan sonra tanımların üzerinde de daha çok duracağım. ispat yapmada zorlanırım. Kağıt üzerinde bu işlemleri yapmak zordu. Bilgisayarda kolayca hesaplandı*". Aynı şekilde diğer bir aday bu durumu şöyle ifade ediyor; "*Matematiksel bir program öğrendim. Normalden daha hızlı ve kesin sonuçlar bulabileceğimi öğrendim. İlerde işime yarayacak olan factor, ifactor, solve gibi komutları da öğrenmek iyi oldu*". Bu durumu vurgulayan bir aday "*Matematiksel işlemleri ve bu işlemleri bilgisayarda yapmayı iyi öğrendim. Matematiği farklı bir şekilde öğrenmek farklı geldi ve sevdim*".

"*Grafik çizimi yapıyorum ama üzerinde yorumda zayıf kalıyorum. Özel tanımlı fonksiyonlarda yetersizliğim var. Maple bunu çözmeye bana yardım ediyor*"

"Denklemlerde analitik bilgilerimin yararı vardı. Tahminlerimle çizim uyum içindeydi"

"*Bilgisayarla matematik birikimi iyi sağlarsanız bulmaca gibi akıl yürüterek yapıyorsunuz*."

Bir diğer adayın belirttiği gibi *"Hızlı gitsek de bilgisayarı çok bilmesem de arkadaşlarla yardımlaşarak her şey halloluyor. Matematik ve geometri bilgilerini tekrar baştan geçmeliyiz. Problemi önce bizim düşünüp çözüp sonra bilgisayarda çözümü incelemek çok güzel oldu."*

Burada Dubinsky ve arkadaşlarının geliştirdiği APOS yaklaşımının basamaklarını görebiliriz. Bu kuram üç tip matematiksel bilgiyi inceler. Bunlar, faaliyetler (Actions), işlemler (Processes) ve nesnelerdir (Objects). Bunlar bir sema (Schema) içinde organize edilir. Bir faaliyet gerçekleşir, kişinin kendisini kontrolü, matematiksel işlem, dönüştürme, geriye doğru çalışma (matematik birikimin iyi sağlanması), bu koordinasyon yeni işlemler üretir ($f(x)=4x$; $f(x)=4(x+2)$ durumu kenar uzunluğunu arttırma çevrenin değişimini inceleme). Kişi, işlemlerin dönüşümü faaliyetini derinlemesine düşündükçe işlemler zihinde birer *nesne* haline gelmeye başlar. Kişinin bu farkındalığı bilginin yapılandırılmasıdır. Bu şekilde fikrin nesnesi ve işleme kavramı arasındaki gidiş gelişler, diğer şemalarla birleştirme bilgiyi anlamlı bir topluluk haline getirecektir.

3. 4. 4 Yapılandırmacılık + BCS temelinde ders düzenlemeleri

Bu bölümde Yapılandırmacı + BCSkuram çerçevesinde eğitim veren sınıfların özelliklerine değinilecektir, daha önceki bölümde Yapılandırmacı + BCSkuramın okul matematiği eğitimine nasıl yansıyabileceği belirtilmiş; eğitimin nasıl dönüştürülebileceğinin ve yapılandırmacı kuramın bakış açıları ve bu dönüşüme nasıl katkı sağlayabileceğini tartışılmıştı. Bu bölümde ayrıca sınıf içi uygulamalara yapılandırmacılık kuramının yansımaları tartışılacaktır.

Yapılandırmacı bir sınıfta öncelikle kabul edilen ilke eğitimin doğrusal olmadığı, tersine döngüsel olduğu nasıl geçerli ise Yapılandırmacı + BCSeğitim içinde bu durum geçerlidir. Okul matematiği eğitimi de parçalardan bütüne değil bütünden parçalara giderek gerçekleştirilmelidir. Tümdengelim yönteminin benimsenmesi okul matematiği eğitimi içinde geçerlidir. Eğitimde kullanılan konuların bölümlere, parçalara ayrılması ve bu ayrı bölümlerin-parçaların öğrenilmesi sonucu tam öğrenmenin gerçekleşebileceği, bütüne ulaşılabileceği görüşü, öğrenenleri de sosyal atomlar (bölümler-parçalar) olarak gören pozitivist görüşten doğar ve uygulanır. Yapılandırmacı kurama göre ise bütünden parçalara gidilir, parçalardan bütündeki ilişkilerin anlaşılması beklenmez. Yapılandırmacılık kuramı tümdengelimi destekler. Öğrencilerin dünya ile ilgili içsel olarak oluşturdukları anlayışları vardır, ve yeni bilgi ile karşılaştıklarında onu sahip oldukları bilgiden doğan anlayışlarıyla değerlendirirler ve anlayışlarını değiştirip geliştirirler.

Yapılandırmacı + BCSsınıflarda öğretmenler öğrenenlerin genel kavramları anlaması için fırsatlar yaratır, öğrenenlerin kendi kavramlarını gözden geçirmeleri ve düzenlemeleri için çelişkiler, sorular, kavramlarını tartışmaları için araştırma imkanları yaratır ve yeni kavramlar sunar. Kavram şemasını öğrenci kendisi yapılandırır.

Soru: Karenin çevresinin değişimini inceleyiniz. Karenin kenarını 2 birim arttırsaydık bu değişim nasıl incelenirdi?

BCS burada iki avantaj sunar birisi çalışma yaprakları yapılandırma, ikincisi Maplet aracılığıyla bu değişimi inceleme.

Yapılandırabilmeleri için soru sorma eldeki en önemli tekniktir. Öğretenin sorgulamaya yönelik sorular sorması, öğrenicinin de soru sorma yeteneğini ortaya çıkartır. Çünkü o da sorgulamaya giden yolu açar.

BCS, öğretmenlerin öğrenenlerin bakış açılarına değer vermelerine inanılırsa bu ortamın bütün öğrenciler için gerçekleştirilmesine fırsat yaratır. Öğrenileni ve öğrenenlerin fikirlerini tartışmaya sınıftaki herkes için açmak istersek okul matematiği BCS ile bu çeşitlilik arttırılabilir. Öğretmen ve öğreniciler, öğrenene göre anlamlı sorunları tartışırlar, dersleri genel kavramlar büyük fikirler çerçevesinde şekillendirirler, ve öğrenenleri günlük eğitim bağlamı içinde değerlendirirler.

Cüceloğlu (2000)'nun önerdiği gibi bir diğer aday "*Maple ile konular daha fazla tekrar edilebiliyor. Denklemleri ve grafikleri kağıt üzerinde tekrarlamakla da daha iyi yapıyoruz. (geriye çağırma)*). Bir diğer aday "*Derse erken gelip tekrar yapmak ...*"

"Dosyaları çalışma *ve kaydetme işi güzel. Matematik, bilgisayar ve ingilizce en iyi biçimde öğreneceğim. Öğrendiğim bilgileri pratiğe dönüştürmeye çalışacağım. Üniversite öğrenciyi hayata hazırlamalı. Sorunları bilen ve çözümler üreten bireyler yetiştirmeli. Yapılan çalışmalarla matematiksel işlemlerin gerçek hayattaki olaylarla ilişkisini anladım. Matematik dersinin dört işlem olmadığını anladım."*

Bir diğer aday "*devamsızlık yapmamak gerekiyor.*" diyerek çalışmanın sürekliliğine vurguyu yapar.

"Bilgisayarda bu kadar yoğun matematik yapacağımı hiç düşünmemiştim.". Çalışma yaprakları ile etkileşimli ortam öğretmen adayını bu düşünceye götürmüştür. Öğretmen adayları bilgisayarın yeni bir yönü ile karşılaşmaktadırlar. Bu onları teknolojiyi kullanmada da sorgulamaya götürmektedir.

BCS bilgi vermeye değil bilgiyi sorgulamaya götürür. Ders bir tek kavramı değil bütünü sorguladığı için farklı düşünme yoları kendiliğinden oluşur. Öğrenenlerin düşünen ve sorun çözebilen bireyler olmaları isteniyorsa, onlara eğitim sürecinde bunlar için olanak sağlayabilecek ortam BCS ile kurulabilir. Öğretmen adayı mesleğe atıldığı zaman karşılaşacağı karmaşık, çelişkili, çoklu gerçeklik ve doğrularla nasıl mücadele edeceklerini bu süreçle kazanabilir. Öğretmen eğitiminde bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapılandırmacı kurama göre insan, dünyadaki deneyimleri hakkındaki anlayışını, anlamak için gerekli olan araçları arayarak oluşturur.

Bir okul matematiği sınıfı içinde öğretmen adaylarının etkinliklerde bu anlayışlarını geliştirmek için gerekli olan araçların arayacağı ortamları yapılandırmaları gerekir. İlköğretimde de öğrenciler tıpkı diğer insanlar gibi kendilerine anlamlı gelmeyen nesneler ve fikirler hakkında düşünmezler, bunları ya sahip oldukları düşünme yapılarıyla değerlendirirler ya da ellerinde başka araçlar varsa bunların ışığında değerlendirip yeni düşünüş şekilleri oluştururlar. Her iki durumda da yabancı olan ile ilgili alımlama ve yorumlar birleşik bir eylemde işlev görür.

x^2 ile ilgili deneyimleri bilinmeyen ve üs kavramı ile sınırlı bir kişinin $f(x)=x^2$ fonksiyonu ile karşılaşması düşünüldüğünde, bu durumun farklı olduğunu anladığında fonksiyon kavramı ile ilgili yeni bir kavram yapılandırması ya da bunu reddetmesi gerekir. Her iki durumda da bu bilgi ne kendisinden ne de x^2'den kaynaklanır. Kişinin deneyimleri ve $f(x)=x^2$'nin birlikte aynı eylemde buluşması sonucu meydana gelir. Bu şekilde kişi x^2 ile ilgili yeni kavramı geliştirmiş olur. x^2 ile ilgili yeni ve öncekinden daha farklı bir düşünme şeması oluşturmuş olur.

Bu bağlamda, öğretenler öğrenenlere sınıfları içinde dünyanın deneyim zenginliğini ve onların kendi sorularını sorabilmeleri için gerekli olan gücü, kendi cevaplarını aramaları gerektiği anlayışını ve dünyanın karmaşık bir ilişkiler ağı olduğu anlayışını vermelidirler. Öğrenenlere sunulan bilgilerle ne yapabileceklerinin söylenmesi yerine bu bilgi ile ne yapabileceklerini kendilerinin bulması istenmelidir.

Geleneksel sınıflarda gerçekleşen iletişimde öğretenin konuşması baskın bir rol üstlenir, zira bilgi vermek durumundadır, bu iletişimin diğer baskın karakteri ise ders kitabıdır. Ders kitabındaki bilgi öğrencinin düşüncesi ve konuşması gerekenleri belirlemektedir. Dolayısıyla öğrenen kendi yaratma sürecine girmez, sadece ders kitabındaki kavramları tekrarlar, bu sürece kendi düşündüklerini katmak istediğinde bu sefer de kendi düşünme şekli doğru ya da yanlış olarak değerlendirilmekte ve bu da öğrenenin sınıf toplumu içinde risk almasını engellemekte, tek doğrulu bir bağlam içinde farklılığa yer verilmemektedir. Buna ek olarak öğrenene kendi varlığının dışında belirlenmiş, onun da bilmesi ve öğrenmesi gereken bir dünya olduğu görüşü yerleştirilmektedir. Kendi yaratıcılığı ve düşünme şekilleri yok farz edilmektedir (Brooks & Brooks,).

BCS, ders kitabının yanında öğretmenin kavramlarla ilgili worksheets (çalışma yapraklarını) yapılandırması gibi bir seçenek sunar. Ders kitabının yanında farklı bir kaynak. Bu şekilde bir çalışma ile öğrenicinin ders dışında çalışabileceği bir kaynak.

"*Daha fazla yorum yapıp arkadaşlarımla tartışmalıyım Herhangi bir şık yok ki onu bulup işaretleyeyim*".

Bu tür bir eğitimde, öğrenenin gereksinimlerine göre yapılmayan eğitimde, sınavlarda başarı ve başarısızlık en temel ölçüt olarak kabul edilmekte, sınıf içinde öğrenilen bilginin öğrenen tarafından gerçek hayatta ne kadar kullanabildiği sorgulanmamaktadır. Böyle durumlarda, değerlendirmenin sınavlar ve testler aracılığıyla yapılması öğrenenlerin amaçlarına ulaşmak için kısa zamanda işe yarayacak yolların, kuralların ve hafızanın çok önemli olduğu düşüncesi yerleşmiş olur; öğrenenlerin bağlam, gerçeklik, bütünlük bilincini ve derin anlayışlar geliştirmesi önemsiz gibi görülür. Ancak belirli bir sınavda işe yarayan yolların birkaç ay sonra öğrenenlere sorulması ve bunların hatırlanması, uygulanması arasındaki ilişkinin ne yönde olabileceği düşünülmemektedir.

"Animasyonları anladım ama animasyonu yaptırmak için gerekli parametreleri de anlamak istiyorum…"

Dewey'e (1966) göre eğitim "geleceğe hazırlık değil de yaşama sürecidir." Öğrenenlerin sınıf içine getirdikleri doğal merak ve enerjinin Aquinolu Thomas'ın deyimiyle *kısa dönemli zevkler* için harcanması yazık değil mi? Bu doğal merak ve enerjinin öğrenenlerin hayatları boyunca yaslanabilecekleri düşünme şeklinin geliştirilmesine yatırmak daha akılcı olmaz mı? Öğrenenler, yetişkinler gibi öğrenmek için gerekli olan merak, araştırma isteği, sorgulama, düşünebilme yeteneği ve gerçek sorunları çözebilme güdüsü gibi araçlara sahiptir.

Öğretenlerin, öğrenenlerin katkılarına değer vermenin yanında bunların farkında olmalıdırlar. Bu gelişim, yapılandırma kavramına da açıklık getirirken yapılandırmacılığın teknoloji anlamında katkıya ihtiyacını gösterir. Bu katkıyı sağlayacak olan da BCS'dir. Hiç bir şey yoktan var olmaz, bilgi de bu şekilde, ön deneyimlerin oluşturduğu düşünme şekillerinin değişmesi, etkileşmesi ve birleşmesiyle oluşur.

"Oyuncaktaki durumu animasyonda izleyince fonksiyonları düşündüm ..."

Geleneksel sınıflarda öğrenme, öğrenenlerin yeni sunulan bilginin tekrarlaması veya taklit etmesi üzerine kurulur, yapılandırmacı kurama göre düzenlenen sınıflarda ise öğrenme, yeni bilginin öğrenen tarafından içselleştirilmesi, tekrar şekillendirilmesi ve dönüştürülmesine dayanır. Dönüşüm yeni düşünme şekillerinin yaratılmasıyla oluşur. Bu dönüşüm ancak öğrenenin eski bilgilerini tekrar düşünmesi sonucunda oluşabilir.

Tablo 3. 7 Geleneksel ve Yapılandırmacı Sınıfların Karşılaştırılması (Brooks & Brooks, 1999).

Geleneksel Sınıflar	Yapılandırmacı Sınıflar
Eğitim programı temel becerileri vurgular, ilerleme parçadan bütüne doğrudur.	Eğitim programı önemli kavramları vurgular, ilerleme bütünden parçaya doğrudur.
Programa sıkı sıkıya bağlılık önemlidir.	Öğrenci soruları üzerinde durma ve öğretimi bunlara göre yönlendirme önemlidir.
Programdaki etkinlikler büyük ölçüde ders ve çalışma kitaplarına dayalıdır.	Programdaki etkinlikler büyük ölçüde birincil bilgi kaynaklarına ve öğrenci materyallerine dayalıdır.

Öğretmenler genellikle didaktik biçimde davranırlar ve öğrencilere bilgi sunarlar.	Öğretmenler genellikle etkileşimli biçimde davranırlar ve öğrencilerin kişisel bir anlayış geliştirmeleri için çalışırlar.
Öğrenmeyi değerlendirme etkinliği genellikle öğretimden ayrı olarak görülür ve her zaman sınavlarla yapılır.	Öğrenmenin değerlendirilmesi, öğretme işiyle iç içedir ve öğretmenin öğrenci çalışmalarının sonuçlarını gözlemlemesiyle yapılır.
Her öğrenci temelde yalnız başına çalışır.	Öğrenciler genellikle gruplar halinde çalışırlar.
Öğrenciler, öğretmenin üzerine türlü bilgileri yazacağı boş bir levha olarak görülür.	Öğrenciler, gerçek dünyaya ilişkin kuramlar oluşturabilen düşünürler olarak görülür.
Öğretmen öğrencinin öğrenmesini değerlendirmek için doğru cevabı arar.	Öğrencilerin değerlendirilmesi öğretme süreciyle iç içedir, öğrencilerin çalışmaları, portfolio'ları ve öğretmenin öğrencileri çalışma sırasında gözlemlemesi sonucunda olur.

Kant'a göre bilginin çoğalması insanın eylemlerini ve nesneleri mantıksal analizi ile mümkündür. Ona göre deneyimlerimiz bilgi üretir, analiz deneyimden sonra, duygusal deneyim de gerçek deneyimden önce ya da yaşanması sırasında oluşur, nesneleri, eylemleri ve olayları algılamayı ön bilgilerin şekillendirdiğini ifade etmiştir. Bruner (1986: 96) "ön bilgilerimizin nesnel dünyaya yansıyan bilişsel yapılar" olduğunu vurgulamıştır.

Thomas Kuhn da "paradigma" dediği kavramın insanın düşünmesini ya da algılaması düzenleyen ancak aynı zamanda sınırlayan bir "lens" olarak tasavvur etmiştir. "Paradigma değişimi" kavramını bir paradigmanın bir işi, görevi yerine getirmek için işe yaramaz hale geldiği durumlarda bu lensin değişmesi olarak belirtmiştir.

"*artık şık yok işaretlenecek sonucu bulmak önemli değil"*

İnsanın dünyayı oluşturan gerçekliğe kendi yarattığı aşikar örnekler ve düşünme şemaları aracılığıyla bakar. Bunlar çok az olsa bile anlamlandırmaya yardım eder (Kelly 1955). Piaget içinse bilgi yapılandırma, yapılandırma ve tekrar yapılandırmadan ibaret bir süreçtir. Bu süreç organizmanın kendini dengelemesi olarak işlev görür der.

""*Çiftlikteki hayvanların sayısı problemini çözerken* i*lerde öğretmen olduğumda öğrencilere böyle mi anlatacağım diye düşündüm. Öğrencileri bana bunları sorar mı diye merak ediyorum*." ifade ederek öğretmenlik yaşantısı için kendi görüşlerini yapılandırmaya başlamıştır. Problem doğru denklemi grafiği incelenmesi sırasında ele alınmıştır. Soru; İnek ve tavukların toplam sayısının 7 olduğu bir çiftlikte, bu hayvanların ayaklarının sayısı ise 20'dir. Acaba bu çiftlikte kaç inek ve kaç tavuk vardır? sorusunu nasıl çözeriz? Öğretmen adayları doğrudan sorunun cevabını vermişlerdir. Peki böyle bir soru çözerken başka hangi yollara başvurabiliriz sorusu yöneltildiğinde tablo ve grafik çıkarma seçenekleri için uzun süre düşünmüşlerdir. Ders işlenirken belki geleneksel bir sınıfta öğretmenin vereceği cevapla devam edilirken lazım olan süre ile oluşan durum için geçerli olan süre Yapılandırmacılık + BCS için belki daha fazla gerekiyor olabilir ama sonuçta önemli olan matematiksel düşünmenin geliştirilmesi değil midir?.

BCS öğretmen eğitiminde öğretmen adayının sahip olduğu bilgiyle yeni bilginin zıtlıklarının ayrıştırması olarak düşünülebilir. Bugüne kadar edinmiş olduğu bilgi ile yeninin fark edilmesi ile matematik öğretmeni olarak öğrenmeyi öğrenme. Bu sürecin gerçekleşmesi için öğretmen adayının bu sürece kendini tam olarak vermesi gerekir. Kendini bu sürece adaması sonucu öğrenen yapılandırma için ilgi, istek ve enerji üretebilir. Bunun için öğrenilenin kendi sorunu haline gelmesi gerekir.

Brooks & Brooks'a (1998) göre yapılandırmacı eğitimi yönlendiren beş ilke şunlardır:

- Öğrenenlere, kendileriyle ilişkilendirebilecekleri gerçek sorunlar yaratma;
- Öğrenmeyi genel kavramlar üzerine kurmak: öz ve gerçeklik arayışı;
- Öğrenenlerin bakış açılarını ortaya çıkarmak ve onlara değer vermek;
- Müfredatı öğrenenlerin hipotezlerini içine alacak şekilde uyarlamak;
- Öğrenenleri öğretme bağlamında değerlendirmek.

Yapılandırmacı kuramın ilkelerinden biri ve sınıfta da olması gereken, öğrenenin öğrenilenle ilişkilendirebileceği gerçek sorunlar yaratmaktır. Öğrenenler sınıfa geldiklerinde genellikle öğrenilecek konuyla ilgili değillerdir. Öğrenilecek konuyla ilişki ve ona karşı ilgi öğretmen aracılığıyla olabilir. Konuya karşı ilgi yaratılabilir. (Brooks & Brooks, 1999; Dewey, 1966; Bruner, 1971)

Soru: Arkadaşım Kanada'da yaşıyor. İzmir'de sıcaklığın 30° C olduğunu radyodan öğrendi. Kanada 'da bu sıcaklığın kaç Fahrenheit'a karşılık geldiğini kıyaslamak istiyor. Ne yapsın?

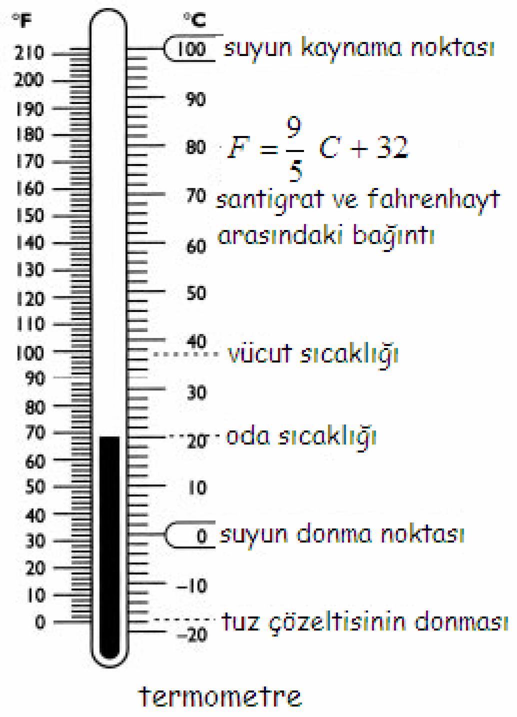
Çözdüğünüz bu soruyla ne bulursunuz?

```
> restart:
F:=(9/5)*C+32;
```

$$F := \frac{9\,C}{5} + 32$$

```
> subs( C=30, F );
```

86



Bir konuyu ilgi yaratmak ve gerçek sorunların çözülmesi için Brooks & Brooks (**A.e**) Joel Greenberg’den şu ilkeleri alıntılamaktadır:

1. Öğrenenlerin ölçülebilir bir tahminde bulunabilmeleri gereklidir.
2. Sorunun çözümünde kolay erişilebilir araçlar kullanılmalıdır. İleri teknoloji kullanılabilir ancak gerek-şart olmamalıdır.
3. Çözümünde öğrencilerin çoklu bakış açılarını kullanabilecekleri kadar karmaşık olmalıdır.
4. Çözüm öğrenen grubun çabalarından yararlanmalıdır.
5. Sorun çözenlere bir noktada sorunun ilişkili olarak görünmesi gereklidir. (Brooks ve Brooks (1999) .

Öğretenin dersi öğrenenlerin hipotezleriyle çelişecek sorular çerçevesinde şekillendirmesi ilgi yaratmadaki ilk kıvılcımları oluşturabilir. Öğrenenlere sorunla ilgili kendi düşüncelerini belirtecek olanak ve zaman verilmelidir. Çözülecek sorunların karmaşıklığı genellikle öğrenenlerin kendileriyle sorunu ilişkilendirmekte kullanabilecekleri önemli bir etkendir, sorunların gereksiz yere basitleştirilip soyutlanmaması gerekir.

Zaman baskısı altında öğretenlerin öğrenenlere çözüm bulmak için gereksinim duydukları imkanı vermemeleri ve işlenecek konuların bu nedenle soyutlanıp basitleştirilmesi bu bilginin gerçekten öğrenilememesine neden olur ki bu da bu bilginin kullanıma geçmesi için transfer edilip genellenmesini engelleyebilir.

İlköğretimden itibaren okulda öğretilen konuların birbirinden soyutlanması da aynı sonuca neden olabilir. İngilizce bilgisinin sadece o derste işe yaraması, matematik, fen, ve sosyal bilgiler derslerinin bilgilerinin sadece o derslerde kullanılması ve işe yaraması öğrenenlerde bilginin birbirinden soyut ve ilişkisiz olduğu düşüncesini oluşturabilir. Daha üstten bakınca da dünyanın da böyle birbirinden soyutlanmış ve ilişkisiz olaylardan oluştuğu fikrini geliştirebilir. Bu nedenle bilgilerin bir alandan bir diğer alana ve dersler arasında transfer edilmesinin öğrenilmesi gerekir.

İlköğretim sosyal bilgiler dersinin amaçlarından birisi de tablo, diyagram ve grafikle ilgili yorumlamaların gerektiğidir. Sosyal ilgiler derside matematik derside birlikte işbirliği çalışmasına girmelidirler. Bu da öğrenenlerin sınıflarında öğrenilen bilgi konusunda kendi görüş açılarını yansıtmalarıyla ve bilgiyi kendi düşünceleriyle değerlendirmeleri ve anlamlandırmalarıyla mümkün olabilir.

Yapılandırmacılık kuramının bir diğer ilkesi öğrenmeyi genel kavramlar üzerine kurmak: öz ve gerçeklik arayışı olarak açıklanabilir. Öğrenenler, düşünceler ve bilgiler soyut ve bağlantısız olarak değil de bütüncül bir biçimde sunulduklarında kendilerini süreç içine yerleştirirler. Brooks & Brooks (**A.e**.) öğrenilen konuyu parçalara bölerek bütüne ulaşma çabasını ağaçlardan ormanı göremeyen insanın durumuna benzetir. Kavramlar bütün olarak sunulduklarında ise öğrenen bu kavramı anlamlandırmak için parçalara bölebilir ve parçalar arasındaki ilişkileri çözümleyerek kavramla ilgili genel bir anlayış oluşturabilir. Öğrenme sürecini kendilerinin parçalara ayırması aynı zamanda öğrenenlerin kendi ortamlarını yapılandırmaları anlamına gelir.

Yine Brooks & Brooks'ta alıntılanan Bybee'ye göre "genel kavramların sunulduğu fen bilgisi eğitimi için sınıf etkinliklerinin sebep-sonuç, değişim-aynen koruma, çeşitlilik-dönüşme, enerji-madde, evrim-denge, modeller-kuramlar, olasılık ve ön görme, yapı-işlev, sistem ve etkileşim, zaman ve derecelendirme gibi kavramsal konular çerçevesinde şekillendirilebilir. Brooks & Brooks'a göre Melchior de eğitimi öğrencilerin üzerine fikir beyan edebilecekleri kutupsal çelişkiler-zıtlıklar üzerine kurulabileceğini vurgular. Ona göre bu şekilde tartışılabilecek bazı kavramlar şunlardır: bağımsızlık-karşılıklı bağımlılık-bağımlılık, tahrik etmek-yansıtma, birey-toplum, hayalcilik-gerçekçilik, insan dışılık-duygusallık, karmaşa-kozmos, nesnel-öznel, durağan-dinamik. Genel kavramlar merkezinde yapılandırılan sorunlar öğrenenlerin çeşitli yetiler edinebilecekleri, bilgi toplayabilecekleri ve bilgi oluşturabilecekleri bağlamlar yaratır. Öğretenler böyle durumları yaratmak için yetkili ve sorumludurlar ancak bütün sorumluluk onlarda değildir. Öğrenenlerin de diğer öğrenenlerle etkileşimde bulunmaları ve toplumsal özgüven kazanmaları gerekir. Bunun için sınıf etkinliklerinin buna izin verecek şekilde yapılandırılmaları gerekir. Sınıf içi etkinlikleri genel kavramlar merkezinde şekillendirmek öğrenenlerin kavramlarla çok çeşitli açılardan yaklaşmalarına olanak verir. Öğrenenlerin farklı açılardan bakmaları onların farklı ilişkileri fark etmelerini kolaylaştırır, bu da çok çeşitli benzetmelere yol açar. Benzetmeler, yapılandırmacılık kuramı açısından öğrenenlerin bakış açısını ve düşünüş şeklini yansıttıklarından önemlidir.

Öğrenenlerin farklı bakış açıları geliştirmeleri yapılandırmacı sınıflarda değer verilen bir olgudur, bununla birlikte bu yapılandırmacı sınıflarda amaçtır. Öğrenenin bakış açısı onun düşünüş şeklini yansıtır, öğretenlerin bunun farkında olması öğrenileni değerli kılmak için daha verimli ve anlamlı bağlamlar yapılandırması için gereklidir. Öğrenenlerin bakış açılarına değer vermek hem onun farkında olunması hem de ona gönderme yapılması anlamına gelir. Diğerlerinin fikirlerinin farkında olmak göreceliliği destekler, çoklu düşünüş şekline olanak sağlar, diğerlerinin varlığını kabul etmek hiç düşünmeden tek doğruyu kabul etmenin önüne geçer. Diğerlerinin fikirlerini ve bakış açılarını öğrenmede dinlemenin büyük önemi vardır. Ötekileri dinleme yapılandırmacı sınıfların önemli bir özelliğidir. Dikkatli dinleme ile ilgili bilgi daha önce verilmişti.

Öğrenenleri dinledikten sonra onlara fikirleriyle ilgili sorular sormak öğretenin öğrenenlerin düşünüş şekillerini belirlemesi için gereklidir. Geleneksel sınıflarda ikinci soru öğretenin verilen cevabın yanlış olduğunu düşündüğünde sorulur. Bununla birlikte ikinci ve hatta daha fazla soru sorulması sınıfta kullanılan genel bir yöntem olduğunda bu öğrenenlere bunun onların düşüncelerini öğrenmek için olduğunu, dahası kendi fikirlerinin önemsendiği mesajını verir. Öğrenme, varılacak bir yer değil bir yolculuktur (Brooks & Brooks, **a.e**.). Bu yolculuk sürecinde öğrenenlerin fikirleri ve bakış açıları öğrenenlerin bilgilerini arttırması için önemli geçici düşünsel duraklardır.

Yapılandırmacı sınıflarda öğrenenlerin gelişim düzeyleri göz önüne alınır. Piaget'ye göre çocuklar bilişsel olarak gelişim gösterirler. Somuttan başlayıp soyut kavramlara kadar giderler. Öğrenenlerin düşünsel hazırlığı yapılandırmacı sınıflarda uygulanan müfredatta düşünülür. Öğrenenlerin anlamlandırabileceği yapılar onların biyolojik hazırlığı ve hayat deneyimleri tarafından belirlenir. Bunun için öğreten, öğrenenlerin nasıl ve ne kadar düşünebildiğini sürekli sorgulayıp gözlemlemek durumundadır, aralarındaki iletişim kesilmemelidir. Bu süreç içinde öğrenenlerin hataları ve yanlışları Brooks & Brooks'un (a.e.) Labinowitz'ten alıntıladığı gibi "anlama yolunda doğal adımlar" olarak görülmelidir. Hataları yoluyla öğrenenler soyutlamalarını yansıtırlar ve öğretene eğitim sürecini planlamada verimli bir bilgi sunarlar. *Yanlış* ve *Hatalı* gibi değerlendirmelerden kaçınıp bunlardan yararlanma yoluna gidilmelidir.

Öğrenenleri değerlendirme, yapılandırmacı kurama göre öğretim süreci içinde olmalıdır. Sınavlar ve testler bunun için yeterli değildir. Yaratıcılık ve risk alma, sürece dahil olma gibi daha önemli öğeler tek doğrulu sınavlarda pek mümkün değildir. Bunların gelişmesi için de bunların beslenmesi ve yüreklendirilmesi gereklidir.

"*Bir konuyla diğer konular arasında bağlantı kurabilmeyi öğrendim. Sonuçları kesin ezber işlemler iyiydi ama sıra kareye gelince alanı bulmak basitti ama ona yorum katmak açıklamak zor olan yanıydı*".

Dünyamıza anlam verme çabası birçok alandan beslenir, dünyamızın sorunlarını çözmek eleştirel ve yaratıcı düşünceyi gerektirir. Dünyamızın sorunlarına çözümler ararken soruna bir çok açıdan yaklaşmak gerekir, bu açıdan tek doğrulu bir çözüm bulmak olanaksızdır. Bir sorunun çözümüne her bir birey farklı açılardan yaklaşabilir. Dolayısıyla sınıfta da bakış açıları ve fikirler için doğru-yanlış gibi değerlendirmeler yapmak, yaşamın doğallığını reddetmek anlamına gelmektedir. Öğretenlerin yanlış olarak değerlendirdikleri bir fikir öğrenenin düşünüş düzeyini göstermektedir. Bu durumlarda öğrenenin, daha fazla desteğe ve düşünmek için zamana gereksinim duyduğu unutulmaktadır.

Bu nedenle değerlendirme içermeyen geribildirimler vermek gerekir. Bu şekilde öğrenenin doğal güdülenmesi kırılmamış olur ve daha fazlasını başarması yolunda desteklenmiş olur. Öğretenin asıl yapması gereken daha fazla ve yönlendirici sorularla öğrenenin düşüncesini geliştirmesidir. Değerlendirme, öğrenme ve öğretme arasında fark olduğunu düşünmek, sınav odaklı değerlendirmelerdeki sorunları doğurmaktadır. Genellikle öğretme-öğrenme süreci sonunda yapılan sınavlar öğrenenlere öğrenme sürecinin bittiği mesajını vermektedir. Oysa değerlendirme, öğrenme ve öğretme aynı sürecin elemanlarıdır. Her biri diğerinin içinde erimiştir. Bunun için değerlendirme öğrenme süreci içinde öğrenenlerin çalışmaları gözlenerek, düşünme şekilleri sorgulanarak, öğretenin öğrenenle etkileşim içinde olduğu anlarda, öğrenenin eski ve yeni bilgisini birleştirdiği durumlarda yapılmalıdır (Brooks & Brooks, **a.e**.).

Yapılandırmacı kuramın desteklediği bir diğer uygulama da sınıflarda teknolojinin kullanılmasıdır. Tezci ve Gürol'a (2001) göre: "Yapılandırmacı öğretim tasarımında teknoloji, problem çözmede işbirlikli süreçlerle bilginin öğrenciler tarafından oluşturulmasını, öğrenmenin ilgili ve anlamlı bağlamlarda olmasını ve öğrenmeyi öğrencilerin kendi deneyimleriyle ilişkilendirmesini sağlar."

Tezci ve Gürol'un (**A.e**.) Jonassen'den de alıntıladığı gibi yapılandırmacı öğretim tasarımında teknoloji: "öğrenenleri bilişsel öğrenme stratejilerine, eleştirel düşünme yeteneklerine angaje eden, kopya edilebilir ve uygulanabilir tekniklerden oluşmaktadır. Bu nedenle, donanımdan daha fazla bir şeydir. Öğrenme teknolojisi, öğrenenleri anlam ve bilgi yapılandırmaya angaje olmalarını sağlayan herhangi bir çevre ya da etkinliklerin tanımlanabilir setidir".

Öğrenenlere birincil kaynaktan bilgi sağlama, çok yönlü bakış açılarını sunma, problemleri gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirme, sosyal ve bireysel çalışma gibi kullanımlarda yapılandırmacılığı destekler. Öğrencilerin kendi çalışmalarını yaratmaya teşvik eder. Yüksek düzey görsel formatlar sunan teknolojiler öğrenenlerin bir problemin çözümüne yönelik zihinsel modeller inşa etmelerini sağlar. Üst düzey düşünme becerilerini destekleyen görevler ve senaryolar sunar (Bkz. Wilson 1996). Yapılandırmacı tasarımda teknolojinin rolü, öğrenenlerin aktif öğrenmesini, problem çözme becerilerinin geliştirilmesine destek olur.

Tezci ve Gürol'un (**A.e**.) Laney'den alıntıladığı gibi: "Yapılandırmacı yaklaşımda teknoloji kullanımının, problemleri tanımlama, enformasyonu yapılandırma, problemleri çözme ve uygun çözümler üretmeyi içeren yüksek düzey düşünme yeteneklerini geliştirmede etkilidir."

Ancak, bu kullanım teknolojinin geleneksel tarzda bilgi aktarmaya, öğretmen rolünü hafifletme ve öğretmeye odaklanan tarzda değil, öğrencilerin düşünme süreçlerini destekleyecek tarzda olmasını gerektirmektedir. Çocukların nesneleri ya da bunun mümkün olmadığı durumlarda fikirleri manipule etmelerine imkan sağlandığında bunun yaratıcı alt kategorilerinden tepkilerin esnekliğinin ve sayısını anlamlı ölçüde etkilemektedir (Tezci ve Gürol, **a.e**.).

Öğrenenlere, problemlerin farkında olmaları ve onlara çözüm önerileri geliştirmeleri, bir problemin birden fazla çözümünün olduğunu görmelerinde destek sağlayarak geleneksel ortamların sınırlayıcılığının dışında esnek bir yapı oluşturur. Çeşitli öğrenme stillerinde öğrenenlerin öğrenme gereksinimlerini karşılar.

3. 4. 5 Sınıf iç etkinliklerde Yapılandırmacı + BCS ilkeler ve uygulamaları

Brooks & Brooks yaptıkları çalışmalarla yapılandırmacı kuramı benimsemiş bir öğretmenin, öğrenenleriyle işbirliği içinde yapmayı önerdiği ilkeleri BCS ile birleştirerek ele alabiliriz:

"Evde bilgisayarım vardı ama bu şekilde hiç kullanmamıştık. Biz yazınca herşey hazır çıkıveriyor. Pek fazla uğraşmamıza gerek kalmıyor. Bilgisayarda problem çözmek çok güzel bir şey. Grup halinde çalışınca birbirimize soruyoruz yardımlaşıyoruz. Yanlış anlarsam uyarıyorlar. Dikkatimi arttırmam lazım."

Yapılandırmacı bir öğretmen, öğrenenlerin kendi öğrenmeleriyle ilgili daha fazla sorumluluk almalarını destekler. Özerk öğrenenler, kişisel amaç ve yaklaşımlarını kendileri belirler; öğrenilecek bilgiler arasındaki ilişkileri kendileri ararlar; bu ilişkileri bulabilmek için sorular sorup yanıtlarını oluştururlar ve sonuçlarını kendi aralarında tartışırlar.

Öğrenenin özerkliği ve girişimleri BCS ile desteklenmelidir.

"Yapılan bu çalışmayla bildiğim matematik biraz daha kavramsallaştı. Problem çözümünde ihtiyacım olan (tablo, grafik vb) şeyleri öğrendim. Problem çözmede farklı açılımlar yaptım…"

Öğrenenlerin kendi öğrenmelerini yönlendirebilmeleri için onlara daha fazla sorumluluk ve denetim olanağı verilmesi gerekmektedir. Öğretmen, bu süreçte öğrenenin belirli bilgileri, belirli bir biçimde öğrenmesi için yönlendiren biri değil, öğrenenin kendi öğrenme amaçlarını gerçekleştirmek üzere seçtiği yolda ona yardım ve rehberlik eden biri konumunda olmalıdır.

Öğretimde çeşitli ortam ve materyallerin yanısıra ham verileri ve birincil bilgi kaynakları BCS ile birlikte kullanılmalıdır.

Yapılandırmacı kurama göre öğrenme, gerçek sorunlara geçerli çözümler arama etkinliğinin bir sonucu olarak görülür. Bu nedenle, öğretimde öğrenenin sorunu çözmek amacıyla kullanabileceği, etkileşimde bulunabileceği, üzerinde düşünmesini, anlamlandırmasını ve yorumlamasını gerektiren ham verileri ve birincil bilgi kaynaklarını kullanmak gerekmektedir.

"herkesin matematiğe ihtiyacı vardır düşüncesiyle doldum…"

"Arkadaşlarımla yardımlaşmak güzel. T-shirt sayısı ile ilgili çözdüğümüz ve grafikle gösterme gibi sorularda zorlandım. Denklemlerde daha farklı çalışmalarla kendimi geliştirmeliyim."

"Adadaki tavşan sayısının artışında periyot aramak aklıma gelmezdi…"

Öğrenenlerin eldeki soruna sağlıklı çözümler oluşturabilmeleri için, öğretim sırasında belirli bir konuyu yalnızca tek bakış açısından ele alan kaynak ya da materyalleri kullanmak yeterli değildir. Bu, hem öğrenenlerin aynı konuya ilişkin farklı bakış açılarını tam anlamıyla öğrenememelerine, hem de sunulan bakış açısıyla sınırlı bir anlayış geliştirmelerine neden olur. Oysa, yapılandırmacı öğrenmenin hedeflerinden biri, öğrenenlerin belirli bir konuya ilişkin çoklu bakış açılarını görebilmelerini ve bu farklı görüşleri kullanarak kendi özel anlayışlarını yapılandırmalarına yardımcı olmaktır.

"Programın grafikleri çizmesi çok hoşuma gitti. Soruları tartışarak çözmemiz farklı bir bakış açısıyla yorumlamamıza neden oldu. Tablo yapmaya ne gerek var sonra, tablonun anlamada kolaylık sağlayacağını düşündüm.."

Bir öğrenme görevini oluştururken "belirlemek", "karşılaştırmak", "sınıflamak", "çözümlemek", "yapılandırmak" gibi üst düzey bilişsel etkinlikleri gerektiren görevlere ağırlık verilmelidir.

Yapılandırmacı öğretmenler, bir öğrenme görevini oluştururken "saymak", "listelemek", "adlarını söylemek", "bilmek", "tanımlamak" gibi öğrenilecek içeriğin basit biçimde ezberlenmesine yönelik öğrenme görevlerini değil, "sınıflamak", "çözümlemek", "belirlemek", "yapılandırmak", "tartışmak" gibi daha üst düzeydeki bilişsel etkinlikleri içeren görevler yapılandırmalıdırlar.

"Derste fonksiyonları ve grafikleri matematiksel bilgilerimizi sorgulamayı, yorumlamayı, tartışmayı öğrendik. Matematiğin soyut olan kavramlarını somutlaştırarak matematiği daha iyi anlamayı ve görmeyi sağladı."

Basitçe ezberlenen bilgiler çok kolay unutulmakta ve ilerde gerektiği zaman etkin biçimde kullanılamamaktadır. Öğretim sırasında öğrenenlere sunulan öğrenme görevleri, onların öğrendikleri bilgileri gerçek yaşamda karşılaştıkları sorunların çözümünde kullanabilmelerine olanak sağlamalıdır.

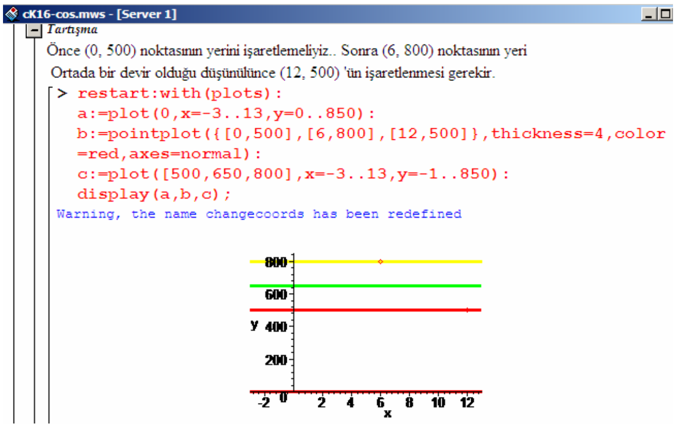
"Derste fonksiyonlar ve grafiklerin farkına vardım. Animasyonda önce karenin çevresi, sonra karenin alanı birde baktım ki küp polinomlar çıkıverdi."

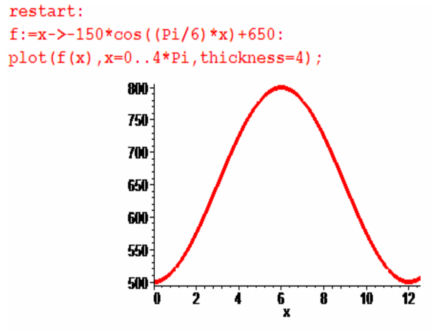
Bir öğrenme görevi oluşturulurken, görevin gerçek yaşamda karşılaşılan düzeyde karmaşık olması durumları BCS ile gerçekleştirilebilir.

Yapılandırmacı kuramda öğrenme uygulamalarında öğrenenlerin yerine getirmeleri gereken öğrenme görevlerinin ya da öğrenecekleri içeriğin gerçek yaşamdaki kadar karmaşık ve ayrıntılı olması gereklidir.

"Trigonometrik fonksiyonlarda periyot bulmasını öğrendim. Periyotun gerekli olduğunu anladım. Tavşanlı ada sorusunda trigonometri çok değişik geldi…"

Soru: İzmir körfezindeki tavşan adasında 2005 yılı kış şartları nedeniyle ocak ayında tavşan nüfusunun sayısında bir düşme gözlenmiş ve sayının 500 olduğu tespit edilmiş. Haziran ayında ise tavşan nüfusu 800 olarak yapılan bir çalışma ile tespit edilmiştir. Bu durumun döngüsel olacağı düşünülmektedir. Bu durum devirli olursa ortaya nasıl bir modelleme çıkar.





Böylece, öğrenilecek olan bilgilerin gerçek yaşam bağlanımda yer alması ve yeni bir durumla karşılaşıldığında kolayca transfer edilebilmesi sağlanır. Bu tür bir eğitim alan öğrenenler yaşamda daha başarılı olur. güçlükler karşısında yılmaz ve yaşama yön veren değerlerin yeniden üretilmesine katkıda bulunurlar.

Derse problem çözerek başlamakla yapılandırmacı bir öğretmen ne yapar sorusunun cevabını veren Brooks & Brooks'a göre "<u>Bir öğrenme görevi oluşturulurken, görevin doğrudan parçalara ayrılması yerine öncelikle bütüncül olarak tasarlanmalıdır</u>".

"Basit denklemlerden fonksiyonlara girişimiz güzeldi. Programın grafikleri çizmesi çok hoşuma gitti. Soruları tartışarak çözmemiz farklı bir bakış açısıyla yorumlamamıza neden oldu. Karmaşık fonksiyonlardaki eksikliklerimi görmek iyi oldu."

Aynı şekilde diğer bir adayda "*Düşündürücü bir soru, ırmak kenarına arsa çevirme sorusu....*" . Böylece, yapılandırmacı öğretmenler, sunacakları konuların düzenlemesini gerçek ve karmaşık sorunlar, düşündürücü ayrıntılar ve hatta karşıt durumlar bağlamında yaparlar. Bunun nedeni, öğrenilecek bilgi ya da düşünceler ne kadar bütüncül bir yapı içinde sunulursa, öğrenenler o konuyu kapsamlı ve bütünsel olarak öğrenmelerinin amaçlanmasıdır. Geleneksel uygulamalarda içerik çoğunlukla bir bütün olarak değil, küçük birimlere ayrıştırılarak tekil parçalar üzerinde odaklanılarak sunulur. Dolayısıyla, öğrenenler, sunulan parçalardan kendilerince anlamlı bir bütün yapılandırmada zorlanırlar. Bu da, içerik öğelerinin birbirinden kopuk ya da yalıtılmış biçimde öğrenilmesine ve aralarındaki ilişkiler ya da karşılıklı etkileşimleri içeren bütünlüğün kavranamamasına neden olur.

"*Bilgisayar kullanmada zorlanıyordum ama şu anda iyiyim. Bir çok bilgim var. Bilgisayarda matematik problemi çözebiliyorum. İyi bir iş çıkardığımı düşünüyorum. Eskiden oyun oynar internete girerdim. Şimdi öyle mi*?"

"*Maple öğrendim. Matematiksel işlemlerin yapılabileceğini duymuştum bu iş için Maple kullanıldığını bilmiyordum. Lineer fonksiyonları Maple ile çok iyi öğrendim. Matematikteki pratikliği öğrendim. Grup arkadaşlarımla değişik uygulamalarda gerçekleştirdik. Yaptığımız çalışmalarla lisede türevle çözdüğümüz problemleri Maple ile daha değişik grafikler üzerinden yorumlayarak öğrendim. Maple da arsa problemi gibi problemler çok değişikti. Matematik, bilgisayar ve ingilizcede kendimi geliştireceğim. Burada bunun için gerekli zemin var*". Öğretmen adaylarının aldıkları lisans eğitim biçiminde öğrenenlerin gerçek yaşam bağlamları içerisinde sorunlara yeni çözümler bulmaları, birbirinden farklı çözümler yaratmaları, diğer öğrenenler ya da uzmanlarla işbirliği yapmaları, düşüncelerini ve öne sürdükleri hipotezlerini denemeleri, düşünme şekillerini gözden geçirmeleri ve en sonunda ortaya koyabilecekleri en iyi çözümü sunmaları için desteklenmeye ihtiyaçları vardır.

"*Klavyeyi kullanmasını bilmediğimden matematiksel ifadelerin klavyeden nasıl yazılacağını öğrendim. Denklem yapılandırmayı, denklemi okumayı, problem çözmeyi verilen probleme uygun denklem yazmayı kısacası matematiksel düşünmemi geliştirmeye başladım*".

"*Herşeyin lisedeki gibi olmadığını öğrendim. Lisede test sorusu bilen yapardı. Ama burada çalışanın yapacağını, her gün tekrar yapmanın önemini anladım. Matematik alanındaki tutumu geliştiriyor. Değişen bir müfredat olması güzel. Yeni şeyler keşfediyorum hissi oluştu*".

Öğrencilerin pek çoğu ilköğretimin başından itibaren dershanelerden yardım almakta daha büyük bir çoğunlukta test kitaplarından yararlanmaktadır, ikisinde de öğretime test mantığı ile yaklaşılmakta, başarı ölçüsü olarak kısa zamanda çok soru çözümü alınmaktadır, bu nedenle öğrenci derste en kısa zamanda problemin nasıl çözüleceğini öğrenmek istemektedir. Bu da doğal olarak öğrencinin neden sonuç ilişkilerini yargılamak yerine olayı kabul edip, ezbere problem çözmeye yeltenmesine neden olmaktadır. Oysa öğrenciye test çözme becerisi kazandırmaktan vazgeçip düşünmeyi, araştırma yapmayı, deney sonuçlarını yorumlamayı öğretmek gerekmektedir (Ayas, 1996).

Yapılandırmacı öğretmenler, sunacakları konuların düzenlemesini gerçek ve karmaşık sorunlar, düşündürücü ayrıntılar ve hatta karşıt durumlar bağlamında yaparlar. Bunun nedeni, öğrenilecek bilgi ya da düşünceler ne kadar bütüncül bir yapı içinde sunulursa, öğrenenler o konuyu kapsamlı ve bütünsel olarak öğrenmelerinin amaçlanmasıdır.

Geleneksel uygulamalarda içerik çoğunlukla bir bütün olarak değil, küçük birimlere ayrıştırılarak tekil parçalar üzerinde odaklanılarak sunulur. Dolayısıyla, öğrenenler, sunulan parçalardan kendilerince anlamlı bir bütün yapılandırmada zorlanırlar. Bu da, içerik öğelerinin birbirinden kopuk ya da yalıtılmış biçimde öğrenilmesine ve aralarındaki ilişkiler ya da karşılıklı etkileşimleri içeren bütünlüğün kavranamamasına neden olur.

Denklem ve fonksiyon kavramında bütünü görebilmek için tanımlardan önce sezgisel çalışmalarla yapılandırma tümdengelim, sonra ayrıştırılmış parçaların yapı içindeki değerlerini tartışarak sınıflandırma insan doğasına daha uygundur. Bir ressamın eserini incelerken önce resmin bütününü ön belleğe alırız. Daha sonra parçaları ayrıntılayıp bize en etki edeni kalıcı belleğe alırız. O anki, renk, şekil ve koku ortamdaki her bir ayrıntı değer kazanmaya başlar. BCS ile matematik öğretmeni bütün bu ayrıntıları göz önünde bulunduracak şartlari hazırlamada daha fazla imkana sahip olabilir.

<u>Ders öğrenen tepkilerine göre yönlendirilmeli, gerekli olduğunda öğretim stratejileri ve içerik değiştirilirken BCS'ye ihtiyaç vardır.</u>

BCS ile yapılandırmacı bir öğretmen, öğrenenlerden gelen tepki ya da isteklere göre dersinin akışını değiştirebilir. Sınıfın ilgilenmediği bir konuyu ortadaki ilgisizliğe karşın aynı biçimde sunmada ısrar etmek yerine, öğrenenlerin daha çok ilgi duydukları noktalara ağırlık verip, pek ilgi duymadıkları konuları gerektiğinde erteleyerek öğrenenlerin ilgisini ve derse katılma isteklerin canlı tutmak olanaklıdır.

"Derse herkesin katılmasını isteklendirmeniz derse karşı eğilimimi arttırıyor".

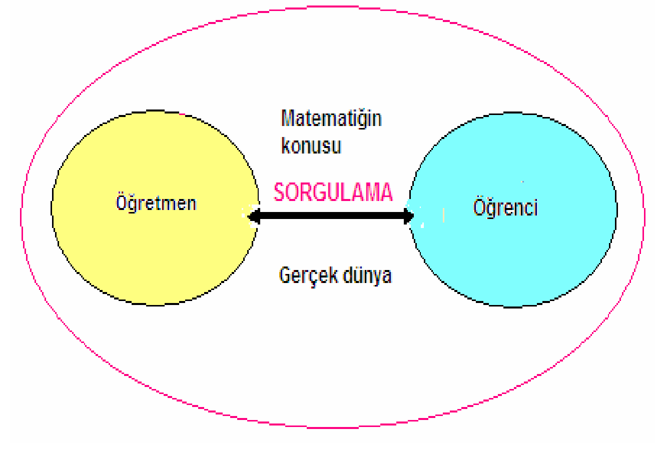
<u>Öğrenilecek konuyla ilgili görüşler öğrenenlerle paylaşılmadan önce, öğrenenlerin o konuya ilişkin görüşlerinin ve bakış açılarının ne olduğunu belirlenmelidir.</u>

Öğretmen, işlenecek konularla ilgili öğrenenlerin görüşlerini belirlemeden, doğrudan kendi sahip olduğu görüş ve bilgileri sunmaya kalkarsa, öğrenenlerin kişisel görüşlerini birbirleriyle paylaşıp üzerinde düşünmeleri sağlanamaz. Bu gibi durumlarda, çoğu öğrenen, öğretmenin görüşlerini "doğru yanıt" olarak benimser. Böylece, öğrenenlerin kendi görüşlerini ifade etmeleri ve daha sonra da kendilerine özgü bir görüş geliştirmeleri engellenmiş olur. Dahası. öğretmenin, öğrenenlerin konuya bakış açılarını bilmesi, kendisine öğrenenlerin düşünme biçimlerine ilişkin ipucu sağlar. Öğrenenlerin ne düşündüğünü ve nasıl düşündüğünü anlayan bir öğretmen, öğrenenleri hangi etkinliklere yönlendirmesi gerektiğini öğretimi hangi bağlamda ve nasıl daha anlamlı hale getirebileceğini kolaylıkla belirleyebilir. Özellikle başlangıçta karşılaşılan hatalı ya da eksik bakış açıları, öğretimin nereden başlatılabileceği ve hangi noktalara ağırlık verilmesi gerektiği yönünde öğretmene işlevsel kanıtlar sağlar.

<u>Öğretimin başında öğrenenlerin konuyla ilgili görüşlerine karşıt nitelikte öğrenme deneyimleri BCS ile birlikte sunulmalı, olabildiğince farklı açılardan düşünmeleri ve tartışmaları sağlanmalıdır</u>**.**

Çalışmada öğrenme etkinliği olabildiğince çok gerçek bağlamların içinde düzenlenmiş ve gerçek dünyadaki düşünme biçimlerini yansıtmaya çalışmıştır. Böylelikle işlemler ve kurallar bilgisi öğrencinin kavramsal bilgileri arasına bu şekilde yerleştirildiğinde, öğrenci işlemlerin sadece nasıl yapıldığını değil aynı zamanda niçin yapıldığını da açıklayabilir (Mirasyedioğlu ve arkadaşları, 2005). Günümüzde öğretmenlerin çoğu, önce bir işlemin nasıl yapıldığını öğretmekte; Böyle bir yaklaşımda, öğrencinin problem çözmede başvuracağı strateji, anahtar kelimeleri öğrenmeden ibaret olacaktır. Örneğin, arsa problemini "$f(x) = -\frac{3}{5}x^2 + 18x$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz? gibi bir ifade ile sorsaydık belki de bir tablo yapılandırmaya bile gerek duymadan (tanım ve değer kümeleri üzerinde düşünmeden) eksenleri kestiği noktalar ve üçüncü bir nokta ile grafiğin çizilmesi gibi bir problem çözme stratejisine başvurulmasına yol açmaktadır.

Yukarıda belirtilenlerle ilgili terimlerin öğrenilmesinin gerekliliği ile terimlere dayalı problem stratejisi birbirine karıştırılmamalıdır. Burada belirtilmek istenilen, problem çözmede sadece terimlere dayalı bir stratejinin yetersizliğidir.



Günümüzde matematik alanında öğrenme-öğretme süreçlerinde gerçek hayat problemleri ile çözümü tartışmalıyız.

Sorgulama sırasındaki yapılandırma ile bilgi bireysel ve içsel bir hale dönüştürülebilir. İçsel kelimesini açacak olursak düşünmek ve yapmak diye özetleyebiliriz.

Bilgi toplumsal ilişkiler içinde farkında olarak oluşturulur. Öğrenenin bunun farkına varabilmesi için öğretmen, matematiğin konusu ve çevresindeki dünyayla olan ilişkilerini sorgular hale gelmelidir. Öğretmen adayı bu durumu "*Arsa çevirme sorusunda denklemleri grafikle çözünce daha iyi anladığımı gördüm. Bilgisayarla daha iyi yorumluyorum.*" şeklinde ifade ediyor.

Öğrenenler çoğu zaman öğrenilecek konuyla ilgili kendi görüşlerine sıkı sıkıya bağlıdırlar ve bu görüşler eksik ya da yanlış bilgilenmeye de dayalı olabilir. Öğretmenlerin, doğrudan kendi görüşlerini sunarak, öğrenenlerin kafasındaki görüşleri değiştirmeleri zordur. O nedenle, öğretmenler, öğrenenlerin görüşlerine karşıt örnekler sunarak, benzerlikleri ve farklılıkları vurgulayarak, uzlaşmacı ya da yeniliğe açık tutumları özendirerek öğrenenlerin kendi görüşleri üzerinde yeniden düşünmelerine ve yeni bir görüş yapılandırmalarına önderlik edebilirler. Böylelikle, öğrenenler, bir konuda birden fazla doğrunun olabileceği yönünde esnek ve ılımlı bir tutum da geliştirebilirler.

<u>Öğrenenlerin ilgilerini çekecek sorunlar BCS ile ortaya daha kolay atılabilir.</u>

Yapılandırmacı kuramda öğretmenler, öğrenenlerin öğrenmeye karşı ilgilerini sağlamak üzere onların ilgilerini çekecek sorunlar bulup, oluşturup, öğretimi bu sorunların çözümlenmesi yönünde gerçekleştirirler. Öğrenenlerin konuya ilgisinin sağlanması, öğretmenin oluşturacağı sorun durumunun öğrenenlerin ne derece ilgisini çekeceğiyle yakından ilişkilidir. Öğrenenlerin ilgisini derse çekecek iyi bir sorun, hem öğrenenin çözüm için geçerliliği sınanabilir bir yargıda bulunmasını gerektirmeli, hem de sorunun çözümü için tek doğru yol yerine birden çok çözüm seçeneğinin kullanılabilmesine olanak tanıyacak kadar karmaşık ve çok yönlü olmalıdır.

Öğrenenlerin hem öğretmenle, hem öteki öğrenenlerle diyalogu BCS ile daha kolay desteklenebilir.

Öğrenenlerin sunulan içeriğe ilişkin düşünce ve görüşlerini değiştirmenin ya da güçlendirmenin çok etkili bir yolu, düşüncelerini toplumsal olarak paylaşmalarına izin vermektir. Sınıf içinde öğrenenlere kendi görüş ve düşüncelerini anlatma ve arkadaşlarının düşüncelerini dinleyerek bunlar üzerinde düşünme olanağı vererek, onların bireysel düşüncelerini toplumsal olarak sınayabilmeleri için uygun ortam yaratılabilir. Bunun için, öğrenenler sınıfta hem öğretmenle hem de arkadaşlarıyla rahatça diyalog kurabilme fırsatlarına sahip olmalıdırlar.

Öğrenenlere açık uçlu, düşündürücü, anlamlı ve derinliği olan sorular BCS ile daha fazla sorulabilir onların konuyu araştırmaları BCS ile desteklenebilir aynı zamanda öğrenenlerin kendi arkadaşlarına sorular sorması BCS ile daha özendirici olabilir.

Yapılandırmacı kuramda öğretmenler, öğrenenlerin işlenecek konulara ilişkin kendi görüşlerini oluşturabilmelerini desteklemek üzere karmaşık ve düşündürücü soruları kullanırlar. Öğrenenlere yöneltilen bu tür soruların yanıtı bilgilerin basitçe ezberlenmesini değil, çok yönlü düşünülerek öğrenen tarafından geliştirilmesini gerektirmelidir. Bu tür soruların çoğu zaman birden çok yanıtı olabilir ve öğrenenlerin bir yanıt geliştirebilmeleri için konuyu kapsamlı ve derin biçimde araştırmaları gerekir. Unutulmamak gerekir ki, her soru öğrenmeye katkıda bulunmaz, yalnızca derinliğine bilgi işleme gerektiren soruları öğrenme açısından değer taşır.

Öğrenenlere bir soru yöneltildiğinde, olası bir yanıt üzerinde düşünebilmeleri için yeterince bekleme süresi BCS ile hem tanınabilir hem de süre kısalabilir.

Çoğu öğrenen sınıfta sorulan sorulara zihninde yanıt ararken, yanıt öğreten ya da başka bir öğrenen tarafından verilip geçer. Öğrenenlerin sorulara yanıt bulmak üzere zihinlerindeki bilgileri işlemek için zamana gereksinimleri vardır. Anında yanıt isteyen bir öğretmen, öğrenenlerin konu üzerinde düşünmelerini engellemiş olur.

Yapılandırmacı kuramın anlayışını benimsemiş bir öğretmen, düşündürücü ve karmaşık sorular ortaya attığında, öğrenenlere yeterli düşünme zamanı vererek, onların yanıtı bulmak üzere zihinsel yatırım yapmalarına ve katılımlarına olanak tanımalıdır.

Öğrenenlere, sunulan bilgiler arasında ilişki kurabilmeleri ve çeşitli görüşleri birbirleriyle karşılaştırabilmeleri için verilen zaman BCS ile kısalabilir.

Yapılandırmacı kuramda öğretmenler, öğrenenlerin konuyla ilgili bilgiler arasında bağlantılar kurabilmeleri için yeterli süre ve araç-gereci sağlarlar. Bu yolla, öğrenenler, farklı görüşleri birbiriyle karşılaştırır, benzer ve karşıt yönleri belirler ve sonuçta bütüncül bir biçimde konuya ilişkin kendi görüşlerini geliştirirler. Bilgiler öğrenene birbiriyle ilişkilendirilmeden ardışık biçimde sunulup geçilemez. Öğrenenden beklenen, öğrenme sırasında karşılaştığı yeni bilgileri hem kendi aralarında hem de önceden öğrenmiş olduğu bilgilerle anlamlı bir biçimde ilişkilendirmesidir. Bu ise, çaba ve zaman isteyen bir etkinliktir.

Öğretim sırasında öğrenme döngüsü modeli (keşfetme, kavramı tanıtma, uygulama) kullanarak öğrenenlerin doğal merakını BCS daha kolay besleyebilir.

Yapılandırmacı kuramda öğretmen, öğrenenlerin konuya karşı merakını uyandırmak ve dikkatini çekmek üzere önce araç-gereçlerle öğrenenlerin etkileşimini sağlar. Bu aşamada, öğrenenler araç-gereçlerde yer alan konulara ilişkin sorular ve görüşler oluştururlar – *keşfederler*. Daha sonra, öğretmen, öğrenenlerin kendi oluşturdukları sorular ve geliştirdikleri görüşlere odaklanarak dersi işler, ilgili kavramları ya da terimleri verir – *kavram tanıtılır*. Son aşamadaki etkinlikler, öğrenenlerin, üzerinde çalışılan kavramlara ilişkin yeni bir bakış açışı ve görüş geliştirmelerine yardımcı olacak yeni sorunlar ya da durumlar üzerinde sürdürülür – *uygulanır*.

Öğrenenlerin başarısı, öğrenme bağlamına göre değerlendirilecekse BCS düşünülmelidir.

Yapılandırmacı kuramda öğretmen, öğrenenlerin ezberleme yeteneklerine dayalı olarak belirli bir konuya ilişkin ne bildikleri üzerinde değil, daha çok performans ve düşünme süreçleri üzerinde odaklanır. Bu nedenle, ölçüt-dayanaklı, yani neyin başarılı olarak kabul edileceğini önceden belirleyen ve tek doğrulu sınavlardan çok, gerçek durumlara dayalı sorun çözme becerilerini ölçen performans değerlendirme yaklaşımlarını kullanır. Bu tür bir değerlendirmenin amacı, öğrenenlerin sınav sorularına doğru yanıt verip vermediklerini belirlemekle sınırlı değildir. Bunun çok ötesinde, öğrenenlerin konuları nasıl anladıklarını ve önceki düşüncelerinden farklı ne tür yeni düşünceler oluşturduklarını belirlemektir. O nedenle, değerlendirme etkinlikleri, yalnızca öğretimin ortasında ve sonunda uygulanan sınavlarla değil, tüm öğretim boyunca sürer ve yalnızca sınavlarla değil, gözlem, görüşme, tartışma, öğrenme etkinlikleri sırasında öğrencilerce oluşturulan tüm yaratıları (raporlar, notlar, çizimler, ödevler, proje çalışmaları, resimler, bültenler, koleksiyonlar vb.) içeren dosyaların değerlendirilmesini de kapsar. Bu yapıldığında, daha geniş ve ayrıntılı bir değerlendirme ortaya çıkar. Daha da önemlisi, bireysel gelişim, yaratıcı etkinlik ve toplumsal sorumluluk bilinci özendirilmiş olacaktır. Bu da, her öğrenenin kendi çabaları hakkında geribildirim alması demektir. Burada dikkat edilmesi gereken temel nokta, geribildirim ne kadar ayrıntılı ve değişik bağlamlara dayalı olursa, yararlanma düzeyi de o kadar artmaktadır.

Matematik öğretimi bağlamında baktığımızda yapılandırmacılık yaklaşımının birden fazla yönü olduğunu görürüz. Bunlar matematik öğretiminde eylem, öğrenen, süreç ve deneyim şeklinde özetlenebilirler. Eylem grupla öğrenmeyi, sınıf içinde etkinliklere etkin katılımı ve öğretimin sorgulanması kavramlarını da beraberinde getirmektedir. Öğrenen deyince de öğrenimin bireyselleşmesini ve öğrenenin özerkleşmesini vurgular. Deneyim ise etkinliklerde fiziksel deneyimlerle öğrenme farkındalığı gerektirmektedir. Yapılandırmacılık bu çalışmaların mekanik olarak değil daha bütüncül ele alınmasını sağlamak olarak düşünülecekse BCS ile beslenmelidir.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Öğretmen yetiştirmede Genel Matematik derslerinin teori – uygulama – teknoloji boyutuyla ele alınmasına ihtiyaç bu araştırmanın amacıdır. Bu çalışma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının hizmet öncesi akademik öğrenmelerinde Yapılandırmacı + BCS matematik öğretiminin öğrenmeye yapacağı katkıları ve matematiğe karşı olan tutumları ve bu tutumlarda meydana gelen değişimleri incelemek için Genel Matematik dersinin içindeki fonksiyon kavramı konusunu tercih etmiştir. Genel Matematik kavramlarının limit, türev, integral biçiminde devamı düşünülecek olursa ilk olarak yapılandırılması gerekli olan fonksiyon kavramı öğretimi daha da önem arz eder.

Ayrıca, Genel Matematik konularının veriliş sırasındaki gidişi ele alacak olursak ilk defa bir BCS yazılımı kullanacak öğrencilerin geçmiş deneyimleri ve matematik ön bilgilerinin yeterli olduğu düşünülerek güçlük derecesini tek basamağa indirecek bir gidiş için bu durum önemlidir.

Fonksiyon kavramı konusunda (Vinner ve Tall, 1998)'un çalışmaları göz önünde bulundurulmuş, ayrıca Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin matematik öğretiminde kullanılması yapılan araştırmalarda göz önünde bulundurularak Fonksiyon kavramının öğretiminin araştırılması bu çalışmanın amacı olarak belirlenmiştir.

Birçok çalışmada teknolojinin, öğrenme-öğretme metotlarıyla birleşmesinin gerekliliği ve bütünleştirmenin en etkili yolunun da yapılandırmacı bir modelin izlenmesinin daha doğru olduğu ifade edilmektedir (Jonassen, 1994; Laney, 1990). Bu nedenle, araştırma bu düşüncelerden hareket ile yapılmış ve araştırmacı tarafından "yapılandırmacı yaklaşım" ile " BCS destekli öğrenme" birleştirilerek "yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemi" geliştirilmiştir. Bu yöntem tanımlanarak öğrencilere uygulanmıştır.

Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS destekli öğrenme yöntemi; bireyin bilgiyi zihninde aktif olarak kendisinin yapılandırdığını öngören "yapılandırmacı yaklaşım" ilkeleri ile, öğrencilerin motivasyonlarını artırarak derse karşı ilgilerini uzun süre canlı tutan ve bireysel çalışma olanağı sağlayan bilgisayar teknolojileri, öğretim sürecini "BCS destekli öğretim"in ilkeleri ile bütünleştiren ders programındaki etkinlikler ve bu etkinliklere dayalı öğretim faaliyetlerinin geçekleştirilmesi olarak tanımlanmıştır.

Yapılandırmacı + BCS desteğinde tasarlanan dersler deney grubuna uygulanmıştır. BCS'nin etkisini görmek amacı ile de kontrol grubuna da sadece yapılandırmacı yaklaşım ilkelerine dayalı bir öğretim yapılmıştır. Kısacası bu araştırmada literatürdeki benzer deneysel çalışmalardan farklı olarak yapılandırmacı ortam içinde BCS desteğinin önemi araştırılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası ölçme araçları kullanılarak veriler elde edilmiştir. Veriler SPSS programı ile analiz edilerek araştırmanın sonuçlarına ulaşılmıştır.

Araştırmada Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Böümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı 1. sınıf öğrencileri 15'er kişilik iki gruba ayrılarak bir öğretim programı yürütülmüştür. Gruplardan birisi Yapılandırmacı + BCS öğretime uygun olarak Maple yazılımından yararlanarak geliştirilmiş çalışma yaprakları ve diğer grup ise yapılandırmacı öğretime uygun geliştirilmiş çalışma yaprakları ile ders işlemişlerdir.

Bu araştırmada öğretmen eğitimindeki Genel Matematik eğitimi konu olarak seçilmiş ve özel olarak da üniversitelerin hemen hemen bütün sayısal bölümlerinde okutulan 1. sınıf genel matematik dersinde yer alan fonksiyon kavramı seçilmiştir. Araştırmanın örneklemini Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında yer alan 30 öğrenci oluşturmaktadır.

Uygulamanın başında rastgele atanan her iki grupta duyuşsal özellikleri bakımından denk oldukları matematik ön tutum ölçeği ile belirlenmiştir. Deney grubunda 9 kız ve 6 erkek olmak üzere 15 öğrenci, kontrol grubunda ise 8 kız ve 7 erkek olmak üzere 15 öğrenci yer almıştır.

Gruplarda kullanılan ders içeriği her iki grupta da aynıdır. Sadece deney grubunda BCS ve bilgisayar teknolojilerinden yararlanılmıştır.

Uygulamanın sonunda her iki gruptaki öğrencilerin fonksiyon kavramı ile ilgili bilişsel seviyeleri ve matematiğe yönelik duyuşsal özellikleri karşılaştırılmıştır.

Ayrıca, Yapılandırmacı + BCS deney grubunun uygulanan öğretim yöntemi hakkındaki görüşleri değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

4. 1 Sonuçlar

Bu araştırmada, öğretmen eğitiminde BCS'nin yapısalcı öğrenme ortamına etkisi araştırılmıştır. Birisi yapılandırmacı, diğeri Yapılandırmacı + BCS olarak nitelendirdiğimiz iki grup üzerinde birisi başarı testi diğeri ise öntutum ve sontutum olarak nitelendirilen anket uygulanmıştır. Bu uygulama sonuçlarına göre;

Uygulama sonrası yapılan sınavdaki sorular işlemsel, kavramsal ve problem çözme becerilerini ölçmelerine göre sınıflandırılmış ve öğrencilerin her iki sınavda da üç ayrı puan türündeki ortalamaları da değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme bize bazı çarpıcı sonuçlar sağlamıştır.

- Yapılandırmacı + BCS (G_{BCS} - Deney) grubunun işlem becerilerinden aldıkları puan yapılandırmacı (G_{K} - Kontrol) grubunun aldıkları puandan yüksek olsa da bu istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Bu durum BCS kullanımında bazı ilkelere dikkat edilmediğinde öğrencilerin işlemsel yeteneklerinin gelişmediği raporu ile uyumludur (Monaghan, 1994; Herwaarden ve Gielen, 2002). Bu durum değerlendirildiğinde bu araştırmadaki iki grup arasında işlemsel beceri yönünden bir fark zaten beklenmemiştir.

- Yapılandırmacı + BCS (G_{BCS} - Deney) grubunun kavramsal becerilerden aldıkları başarı notu ortalaması, yapılandırmacı (G_{K} - Kontrol) grubunun aldığı başarı notu ortalamasından yüksek olsa da bu istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Cnop (2001), geleneksel matematik derslerinin ve matematik dokümanlarının öğrencilere kavrayış kazandırmada ne kadar yetersiz kaldığını ve BCS kullanılarak hazırlanan, öğrencilerin denemeler yapmalarına imkân veren dokümanların kavrayış geliştirmede başarılı olduğunu ifade etmektedir.

- Yapılandırmacı + BCS (G_{BCS} - Deney) grubunun problem çözme becerilerden aldıkları başarı notu ortalaması, yapılandırmacı (G_{K} -

Kontrol) grubunun aldığı başarı notundan yüksek olduğunu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($p = .021 < .05$).

Sonuç olarak, her iki grupta da yapılandırmacı öğretim uygulanmasına karşın BCS desteği verilen grubun problem çözme becerisinin diğer gruba göre daha fazla geliştiği söylenebilir.

Leinbach, C ve arkadaşları (2002) Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin kullanımının anlamlı ve öğrenciler üzerinde etkili olması isteniyorsa, açıkça tanımlanmış amaçlar ve iyi bir pedagojinin taban alınması zorunluluğuna dikkat çekmişlerdir. Ayrıca BCS ile matematik öğretiminde, öğrencilerin öğrenme deneyimlerinde aktif, problem çözme stratejilerini planlayan ve bunları uygulamaya geçiren bir öge olacak şekilde ders etkinliklerinin düzenlenmesinin en önemli amaç olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu öğrenme sürecinde ise BCS'yi önemli bir araç ve arkadaş olarak tanımlanmışlardır.

Leinbach, C ve arkadaşları (2002) BCS'nin, problem çözme stratejilerine konsantrasyonu sağlayan bir araç olması ile önemli bir avantajı oluşturduğunu, BCS kullanımının öğrencilerin bütün düzeylerdeki (A,B,C) matematiksel becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olacağı ve öğrencilerin matematiği öğrenmelerini arttıracağı fikrini savunmaktadırlar.

Başka bir çalışmada Albano ve Desiderio (2002), BCS yazılımlarının etkileşimli olma potansiyeli sayesinde matematiksel problem çözmede yüksek düzeyde soyutlama yapabilme beceresini kazandırdığını belirtilmişlerdir.

Nunes-Harwitt (2004) çalışmasında, Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin sıklıkla araştırmalar için kullanıldığını ve öğretmenlerin de bu sistemlere ileri düzey derslerinde esas olarak yer verdiklerini belirtmiştir. Bunun ilk yararı olarak BCS'nin öğrencilerin bireysel denemelerle analiz metotlarına aşina olmalarını sağlaması olarak belirtmiş ayrıca, BCS'nin öğretimde benimsenmesinin farklı düzeylerde dersler için işlem'den problem çözmeye kayan bir odaklanmayı sağlayabileceğini vurgulamıştır. Bütün BCS yazılımları sayısal ve sembolik hesaplama, üst düzey grafik çizme yeteneklerine sahiptir. Görsel sunumlar ileri düzeyde matematiksel problem çözmenin önemli bir bileşenidir (Stylianou, D, A., Silver, E.,A. 2004). BCS'leri ise görsel sunumlar için etkili bir araçtır. Bir çok eğitimci bu özellikleri sebebiyle bu yazılımların araştırmalarda kullanıldığı gibi öğretimde de kullanılmasının yararlı olduğunu sonucuna ulaşmışlar ve üst düzey dersler için BCS'yi müfredata entegre etmişlerdir (Nunes-Harwitt, 2004).

Engelen (1999) çalışmasında Problem çözme ortamının da BCS'lerinin kullanımının birçok avantajını aşağıdaki maddeler halinde sıralamıştır.

- Sayısal ve sembolik hesaplamaya hızlı bir şekilde imkân sağlaması.
- Grafiksel kullanıcı arayüzü ve görselleştirme araçları.
- Güçlü model karşılaştırmasıyla kullanıcının tanımladığı dönüşümler.
- Rutin programlama ile kod yazımı.

Yin (1999)'e göre Bilgisayar Cebiri Sistemleri ve yazılımlarının grafik çizme ve hesaplama güçlerinin hızla artması ve ulaşılabilirliği nedeniyle geleneksel kâğıt kalem yaklaşımıyla matematik yapmak sorgulanmaya başlanmıştır. Bilgi teknolojisi çağında bulunan bir matematik öğrencisi, problem çözme ve matematiksel keşifte bilgi teknolojilerinin hesaplama gücü becerisiyle iyi bir şekilde donanmalıdır. Yin (1999) öğrencilerin problem çözme sürecinde, mekanik ve can sıkıcı işlerle gereğinden fazla zaman geçirmeleri yerine çeşitli stratejiler üzerine, çeşitli araçları karşılaştırarak, kabul edilebilir ve reddedilebilir kriterleri ortaya koyarak ve en iyi bulguya karar vererek daha fazla düşünmesi gerektiğine vurgu yapmıştır. Öğrenciler sayılarla uğraşmayı bilgisayara bırakıp problem çözümü için diğer bakış açılarına konsantre olmalılardır.

Yin (1999)'e göre 21. yüzyılın matematik sınıfını gerçek hayat problemlerinin çözümüyle uğraşan veya çeşitli bilgisayar destekli matematiksel araçlar kullanımıyla kendini yönlendirerek keşfederek öğrenen yüksek motivasyonlu öğrenciler oluşturacaktır. Bu şekilde öğrenciler zamanlarının çoğunu problemin çözümü için strateji planlamaya ve mevcut kaynakları yönetmeye ayırabilirler. Bnu yaparlarken bütün ihtimalleri gözden geçirerek karara ulaşırlar. Problemin çözüme ulaşmasında yaratıcılıklarını ortaya koyarlar. Karmaşık ve yarışmacı bilgi teknolojileri çağında bu çalışmalarla öğrenciler güvenle kalabilmelerini sağlayacak ortama hazırlanırlar.

Erbaş (2005)'a göre teknoloji tabanlı yaklaşımlar öğrencilere verileri inceleyerek örüntüleri saptamaları yoluyla varsayımlar formüle etmeleri ve sonrasında bunları test ederek sonuçlar çıkarmaları ve bu sonuçların değişik şartlardaki anlamlılığını saptayarak genellemelerde bulunmalarına izin vermektedir.

Öğrenciler teknoloji ile varsayımlarını doğrulamak için sembolik (cebirsel), grafiksel (geometrik) ve sayısal (aritmetik) çözümleri eşzamanlı olarak göstererek çoklu durumları tasvir etmekte bir vasıta olarak kullanılabilmektedirler. Teknoloji çoklu gösterimlere (multiple-representations) imkan sağlaması özelliğiyle öğrencilere problem çözme sürecinde eşlik etmede güçlü bir araçtır. BCS sistemleri ise Erbaş, tarafından belirtilen sayısal sembolik ve grafiksel çözümlere ulaşılmasında imkan tanımakta oldukça yeterlidir. Bu yüzden bahsedilen teknoloji tabanlı yaklaşımlar içine Bilgisayar Cebiri Sistemlerini de dahil edebiliriz.

Judson (1990) Businnes Calculus dersinde Maple'ın kavramsal anlamaya etkisini incelemiş ve deney grubu ile kontrol grubunda başarıya etkisinde istatistiksel açıdan bir anlamlılık bulmasa da güdüleme ve istek konusunda deney grubunu kontrol grubundan oldukça ilerde olduğunu gözlemlemiştir.

Becker (1992) yüksek okul Genel Matematik dersinde (college precalculus course), grafik hesap makinelerinin kullanımının öğrencilerin fonksiyon kavramını geliştirmediğini bulmuştur.

Duyuşsal özellikler eğitim öğretim faaliyetlerinin önemli çıktılarındandır. Bu araştırmanın sonunda da yapılandırmacı öğretim ve matematik eğitiminde BCS kullanımının öğretmen adaylarının duyuşsal özelliklerini nasıl etkilediği iki yolla araştırılmıştır. Tutum ölçeği yardımı ile öğrencilerin son-tutum puanları tespit edilmiş ve ön-tutum puanları ile karşılaştırılmıştır.

- Yapılandırmacı + (G_{BCS} - Deney) grubunun sontutum puanları ortalaması yapılandırmacı (G_{K} - Kontrol) grubunun aldığı puan ortalamasından yüksek olsa da bu istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- Yapılandırmacı (G_{K} - Kontrol) grubunun ön tutum ve son tutum puan ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı değildir. ($p = .135 < .05$).
- Yapılandırmacı + BCS (G_{BCS} - Deney) grubunun ön tutum ve son tutum puan ortalamaları istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = .047 < .05$).

Uygulamaya katılan her iki gruptaki öğrencilerin yazılı olarak verdikleri görüşleri değerlendirildiğinde BCS desteğinin yapılandırmacı öğretim ilkelerinin uygulanmış olmasından öğretmen adaylarının olumlu yönde etkilendiği sonucu çıkarılabilir.

Yapılandırmacı + BCS gruptaki öğretmen adaylarının uygulama hakkındaki görüşleri aşağıdaki maddeler ile özetlenebilir.

- Yapılandırmacı + BCS ile fonksiyon kavramını öğrenme deneyimi sırasında tüm öğretmen adaylarının bilgisayar kullanımına karşı olumlu tavırları ileride bilgisayarı kullanacakları izlenimini verdi.
- Yapılandırmacı + BCS öğrenim prensiplerine göre yürütülen derslerde öğretmen adayları matematik problem çözme sürecinde gerçek hayat problemleri ile uygulamadan etkilenmektedirler.
- BCS ile öğretmen adayları denklem ve fonksiyon kavramını problem çözerken sözel, cebirsel ve grafik biçimde görselleştirerek keşfetmekten etkilenmektedirler.
- Buluşsal yöntemlere (Heurustic) alışık olmayan öğretmen adayları, bu tipten problemlerle karşılaştıklarında kendi matematiksel öğrenmelerinin ezbere dayandığını kalıcı ve fonksiyonel olmadığının farkına vardılar ve mevcut sistemi ve kendi matematiksel öğrenmelerini sorgulamaya başladılar.
- BCS ile öğretmen adayları matematik öğrenimi ve öğretimi hakkında yeni yaklaşımlar ve teknikler kazanmada tecrübe sahibi olmayı bu "mikropratik" le gerçekleştirirken Türkiye'de Genel matematiği yapmayı eğitim sistemimizde yeni yöntem ve tekniklerle ele almanın gerekliliğini düşünmeye başladılar.

Elde edilen bulgular aşağıdaki araştırmalardaki bulgularla uyum içindedir.

Grafik çizen hesap makineleri ile ilgili projelerdeki ortak bir özellik öğrencilerin grafikleri yorumlama becerisini geliştirmeleridir. (Ganter, 2001).

Brown'da (2001), "matematiksel okur-yazarlığın kritik olduğuna inanıyorum" diyerek öğrencilerin anlamlı bir matematik eğitimi kazanmaları gerektiğini vurgulamıştır. Matematiksel okur-yazarlık "matematiğin dünyada oynadığı rolü anlama aktarması ve teşhis etme kapasitesi, iyi kurulmuş matematiksel yargılar yapabilme" demektir (Masters ve Forsters, 2000).

Ruthven, K. ve arkadaşlarının (1996) araştırmalarına göre;

BCS'nin, somut işlemler döneminde, öğrencilerde bireysel farklılıkları artırdığı, beceri ve davranışlarına etkisinin az olduğu,

- Soyut işlemler döneminde, öğrencilerin sahip oldukları kavramlarla bilgi teknolojilerinin çalışması arasında önemli yakınsamalar olduğu,
- Düşünme sistemlerinin yeniden organizasyonunda, yükseltilmesinde destekleyici bilişsel araçlar olarak rol oynadığı,
- Bilişsel hesaplama yolları ve yazım probleminin üstesinden geldiği,
- BCS'nin yaptığı hesaplamaları planlama ve izlemek suretiyle, alışılmamış problemlerle çalışma, çözüm stratejilerinin uyum ve özümsenmesine yardım ettiği,
- İnteraktif öğrenme ortamı sağladığı,
- Aklın sınırlarını genişlettiği rapor edilmektedir.

Harvard Core Calculus projesinde Genel Matematik kavramlarının anlaşılması için teknoloji ile birlikte çoklu gösterimlerin kullanımının önemine vurgu yapılmıştır (Hughes-Hallet, 1991). Proje genel matematikteki kavramların çoğunun üç yolla sunulması gerektiğini vurgulamıştır: teknolojinin kullanımı ile birlikte grafiksel, sayısal ve cebirsel gösterim. Bundan dolayı proje, "Üçlü Kural" olarak bilinmektedir. Projenin beş büyük hamlesi vardır:

1. Kavramların görsel yorumlarını, düşüncelerin sayısal yorumları ve geleneksel işlemsel yaklaşımlar arasında bir denge getirerek işlemsel beceriler üzerindeki mevcut strese vurgu yapmamıştır.
2. Öğrencilerin anlamasını geliştirmek amacıyla genel matematikteki kavramlara ve yöntemlere daha sezgisel bir yaklaşım yapmıştır.
3. Daha çok modern matematiksel fikirlere yer vermiştir.
4. Genel matematiğin diğer alanlardaki modern uygulamalarına yer vererek geniş çapta daha gerçekçi uygulamalar içermiştir.
5. Öğrencilerin genel matematikteki kavramları anlamalarını geliştirmek amacıyla uygun teknolojilerin (bilgisayar, BCS ve hesap makineleri) kullanımını dahil etmiştir.

Bu proje daha sonraları "yazma" veya "sözlü ifade" bileşenlerini de dahil ederek "Dörtlü Kural" olarak adlandırılacaktır (Ferini-Mundy ve Gaudard, 1992). Bu bileşen öğrencilerin matematiksel çalışmalarını açıklama gerekliliğine vurgu yapmıştır.

BCS programlarının birçoğu öğrencilerin Genel Matematik problemlerini çözmek için grafiksel, sayısal ve cebirsel gösterimleri kullanmalarına imkân vermektedir. Örneğin, Porizo (1994) Genel Matematik dersi alan üç sınıfta üç farklı öğretim yaklaşımı kullanarak bunların etkisini incelemiştir. Birinci grupta BCS (Mathematica) programı ile, ikinci grupta grafik çizen hesap makinesi (TI-81) ile, üçüncü grupta ise geleneksel yöntemle öğretim yapılmıştır. BCS ile öğretimin yapıldığı gruptaki öğrencilerin diğer iki gruptaki öğrencilerden daha başarılı bir şekilde grafiksel ve cebirsel gösterimler arasında ilişkiler kurabildikleri belirtilmiştir.

4. 2 Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular ve sonuçlar temel alınarak şu öneriler verilebilir:

1. BCS destekli yapılandırmacı öğretim yaklaşımının, genel matematik dersinin “Fonksiyon Kavramı” ünitesinde öğrencilerin problem çözme becerilerini arttırma konusunda etkili olduğu sonucuna varıldığından, bu yaklaşımın genel matematiğin farklı ünitelerinde veya matematiğin diğer alanlarında uygulanması da önerilmektedir.

2. Öğretmen eğitiminde Genel Matematik dersinde BCS, problem çözme aracı olarak matematikte devamlılığı sağlama açısından da önerilebilir.

2. BCS destekli yapılandırmacı öğretim yaklaşımının, genel matematik dersinin “Fonksiyon Kavramı” ünitesinin öğretiminde matematiğe yönelik tutumu arttırma konusunda etkili olduğu sonucuna varıldığından, öğretmen eğitiminde matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmenin de göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen bulgular temel alınırsa şu öneriler verilebilir:

1. Öğretmen eğitiminde Genel Matematik konularını incelerken Problem çözme becerileri;

a- Matematiksel içeriğin geometrik yorumu, cebirsel gösterimi ve grafik,

b- nesne ve işlem,

c- Statik ve dinamik yorumlamalar,

ç- sezgisel düşünceler ve dinamik yorum

şeklinde önerilebilir.

2- Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin yanında soru sorma, problem kurma becerilerinin geliştirilmesi çalışmaları önerilebilir.

3- Öğretmen adaylarının alan bilgisi derslerinde BCS kullanması önerilebilir.

4- Bilgisayarın amaca yönelik bir araç olarak kullanımı önerilebilir. Bu bağlamda:

a- Konuya uygun BCS yazılımın seçilmesi,

b- Konu ile programın öğrenimi arasındaki dengenin kurulması,

c- Programın kullanımıyla ilgili kılavuz ve yardım menüsünün kullanımı,

ç- Bilgisayarlarla donatılmış bir özel sınıfın düzenlenmesi (bilgisayarlar, projeksiyon cihazı, white board vb.)

d- Bilgisayarda grup çalışması yapılması

önerilebilir.

5- Fonksiyon kavrmının öğretiminde sürece yönelik bir araştırma önerilebilir.

6- BCS'de de fiziksel etkinlik, elle tecrübe etmek önerilebilir (Dewey'in reflektif etkinliği).

7- Matematik dilinin günümüzde öğrenilmesi sembollerin elde edilmesi yani matematiksel dili içerir: dil öğrenmeyi etkiler. Vigotsky'ye göre dil ve öğrenme ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıdır. BCS, matematiğin formal dilinin kullanımına katkı yapabilir. Bu katkının artarak gerçekleşmesi için programdaki komutların Türkçeleştirilmesi önerilebilir.

8- Öğrenme toplumsal bir etkinliktir: Bu toplumsal etkinliğe nasıl ki diğer bir şekilde insanlar, öğretmenler, arkadaşlar, ailemiz ve tanıdıklarımız katılıyorsa matematik öğrenmeye BCS 'nin katılması önerilebilir.

9- Matematiksel kavramların öğretmen eğitiminde alan bilgisi derslerinde problem çözme yoluyla sorgulanması önerilebilir.

KAYNAKÇA

AIKEN, L. R. (1970). Attitudes towards mathematics. *Review of Educational Research*. Spring 1970, Vol. 40, No. 4.

AKIŞ, B. (2003). Thomas Kuhn'un bilim tartışmaları üzerine. PiVOLKA, 2(4), 6-7.

AKKOÇ, H, http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/html/dergibilgi/30/a1.htm

AKMAN, Y & ERDEN, M., (1997), Eğitim Psikolojisi: Gelişim-Öğrenme, Arkadaş Yayınevi, Ankara

AKPINAR, Yavuz. (1999). Bilgisayar Destekli Öğretim ve Uygulamalar. Ankara: Anı Yayıncılık.

ALKAN, Cevat. (1987). Eğitim Teknolojisi. Ankara: Atilla Kitapevi.

ALKAN, Cevat., Deryakulu D., Şimşek N. (1995). Eğitim Teknolojisine Giriş: Disiplin, Süreç, Ürün. Ankara: Önder Matbaacılık.

AKSU, M. 1991). A longitudinal study on attitudes toward mathematics by department and sex at the university level. School Science and Mathematics, 91 (5), 185-192.

ALTUN, M. (2001), Matematik öğretimi, Alfa kitabevi, Bursa

ANDERSON , J.R. Cognitive Psychology and It's Implications. San Fransısco: Freeman, (s.119)

ARDAHAN, H. (2002), http://c.1asphost.com/orhangokce/portal/omer-portalv2-20030313-1/default.asp?bolum=014

ARF, C. (1996) Cahit Arf ile söyleşi Matematik Dünyası. 10 (5), 2 – 5.

ASPESTBERGER, K. "Teaching Integrals with TI-92: A Chance of Making a Complex Mathematical Concept Elemantery", International Conference on Teaching of Mathematics, 3-6 July, 1998, pp.29-31, Samos, Geeece, 1998

AUSUBEL, D. P. (1968). Educational Psychology A Cognitive View. Holt, Rinehart and Winston, Inc.

AUSUBEL, D. & NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. (1978) "Educational Psychology: A Cognitive View" 2nd ed. Holt, Rinehart and Winston, New York, USA

AŞKAR, P.(1994), Matematik eğitiminde yeni teknolojiler, TED. 12. Öğretim Toplantısı, 12-13 Mayıs, Türk Eğitim Derneği Yayınları s:101 – 114

AŞKAR, P. (2004) http://www.matder.org.tr/bilim/paeyk.asp?ID=67 10.12.2004 de alınmıştır.

AYDIN, A., (2001), Gelişim ve öğrenme Psikolojisi, Alfa kitabevi, Bursa

AYAS, A (1996) Fen Bilimlerinde Yeni Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, (11), 149 – 155.

BAYKAL, A. (1984). Öğretim Makineleri İçinde Neden Bilgisayar. 1. Bilgisayar Kongresi. Ankara

BAYKUL, Y. (2000), İlköğretimde Matematik Öğretimi 1-5. sınıflar, Pegem yayınları, Ankara

BAKİ, A. (1994). Breaking With Tradition: A Study of Turkish Student Teachers' Experiences Within A Logo-based Mathematical Environment, London

BAKİ, A.(2002), "Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik", Ceren tanıtım ltd. ve bitav, 1. baskı, İstanbul.

BAKİ, A & BELL, A. (1997), Ortaöğretimde Matematik Öğretimi (1. Cilt), Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, YÖK, Ankara

BAKİ, A ve KARTAL,T Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Bağlamında Lise Öğrencilerine Cebir Bilgilerinin Karakterizasyonu, G.Ü TEB Dergisi, Kış 2004 Sayı 1 Cilt 2

BAUERSFELD, H. "Remarks on the Education of Elementary Teachers", Ed. by LAROCHELLE, M. & BEDNARZ, N. & GARRISON, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 213-233.

BAYRAKÇI, M. (2005), Avrupa Birliği ve Türkiye eğitim politikalarında bilgi ve iletişim teknolojileri ve mevcut uygulamalar, http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/167/index3-bayrakci.htm 22. Ağustos.2005

BATTISTA, M. T. (1986). The relationship of Mathematics Anxiety and Mathematical Knowledge to the Learning of Mathematical Pedagogy by Pre-service Elementary teachers. School Science and Mathematics, Vol. 86(1), January 1986.

BERBEROĞLU, G., & ÇALIKOĞLU, G. (1992). The construction of a Turkish computer attitude scale. Studies in Educational Evaluation. 24(2), 841 – 845.

BRAMALD, R. and LEAT, D. (1993). PGCE secondary mathematics students' response to an initial teacher training course. Mathematics Education Review. 2 11-15.

BRAMALD, R. HARDMAN, F. and LEAT, D. (1995). Initial teacher trainees and their views of teaching and learning. Teaching and Teacher Education. Vol. 11 No. 1 pp.23-31.

BLOOM, B. S. (1995), İnsan Nitelikleri ve Okulda Öğrenme. (Çev.: D.A. Özçelik), Milli Eğitim Basım Evi. Ankara

BROOKS, J. G. & BROOKS, M. J. (1999): "In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms" Association for Supervision and Curriculum Development, New York, USA

BROOKS G. and M G. Books. "The Courage ta be Constructivist." Educational Leadership, November, 1999 18-24.

BROOKS 1. G. and M. G. Brooks. The Case for Constructivist Classrooms, Virginia, ASCD Alexandria, 1 993.

BROWN, R.: Computer Algebra System and the Challenge of Assessment, The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education; 8, 4; Academic Research Library pg.295, 2001.

BROWN, C. A. and BAIRD, J. (1993). Inside the teacher: Knowledge, beliefs, and attitudes. In Wilson, P. S. Research Ideas in the Classroom: High School Mathematics. New York: Macmillan.

BRUNER, J.S. (1985), Models of the learner. Educational Researcher.

BRUNER J. S. 1966 “Toward a theory of instruction”, Cambridge, Mass. : Belknap Press of Harvard University

BRUNER. J. S. 1983 “Child's talk : learning to use language”, New York : W.W. Norton

BRUNER, J. S. 1990 “Acts of meaning”, Cambridge, Mass. : Harvard University Press,

BRUNER. J. S. 2003 “Making stories : law, literature, life”, Cambridge, Mass. : London : Harvard University Press,

BOGDAN, R. and TAYLOR, J., Introduction to Qualitative Research Methods: a phenomenological approach to the social Newyork: Wiley, 1975

BÜYÜKKARAGÖZ, Savaş S., Cuma Çivi, Genel Öğretim Metotları, Atlas Kitabevi, 3. Baskı, Konya, 1994

BÜYÜKÖZTÜRK, Ş (2002), Sosyal Bilimler için VERİ ANALİZİ EL KİTABI, Pegem Yayınları Ankara

CAINE, R.N. ve CAINE, G. (1991). Making connections: Teaching and human brain, Alexandria, VA.: Association for Supervision and Currriculum Development.

CAMERON, H, http://www.sil.org/silesr/yearindex.asp?year=2002 2003 Ocak

ÇALIŞKAN, S (2002). “Uzaktan Eğitim Web Sitelerinde Animasyon Kullanımı”. Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu b Sitesi: "http:// aof20. anadolu.edu.tr/bildiriler/ Sabahattin_Caliskan.doc", 23-25 Mayıs 2002, Eskişehir.

CARRE, C. and ERNEST, P. (1993). Performance in subject-matter knowledge in mathematics. In Bennett, N. and Carre, C. (Eds.), Learning to Teach. London: Routledge.

CARPENTER, T, and LUBINSKI, C. (1990). Teachers’ attributions and beliefs about girls, boys and mathematics. Educational Studies in Mathematics, Vol.21, 55-69.

CEUNGH, K.C. (1988). Outcomes of schooling: Mathematics achıevement and attitudes towards mathematics learning in Hong Kong. Educational Studies in Mathematics ,.19, 209-219.

COBB, P., The tension between theories of learning and instruction in mathematics, Educational Psychology, London, 1988.

COBB, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. Educational Researcher, 23, 13-20.

COBB, P. & PERLEWİTZ, M. & UNDERWOOD-GREGG, D. (1996) "Individual Construction, Mathematical Acculturation, and the Classroom Community", Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. &

CONFREY, J., (1990), What constructivism implies for teaching. Journal for Research in Mathematics Monograph, London

CONFREY, J . (1992), Function Probe Q [Cornputer Program]. Santa Barbara, CA: intellimation Library for the Macinhtosh.

CONFREY, J. & Smith, E. (1994). Exponential functions, rates of change, and the multiplicative unit. Educarionul S u e s in Mathematics. 26 (3), 135- 164.

CONFREY, J. "Voice and Perspective: Hearing Epistemological Innovations in Students", Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 104-121.

COMMISSION ON INSTRUCTIONAL TECNOLOGY. (1970). To improve learning. A report to president and the Congress of the United States, Washington, DC: Commission on Instructional Technology.

CÜCELOĞLU, D. (2000) İnsan Ve Davranış , Remzi Yayınevi, Ankara

ÇİLENTİ, K. 1988. Eğitim Teknolojisi ve Öğretim. Ankara : Kadıoğlu Matbaası.

ÇOKER, D-KARAÇAY, T., Matematik Terimleri Sözlüğü, TDK, Ankara, 1983.

DELİCE, A, (2004), Milli Eğitim Dergisi, Yaz 2005, yıl 33, sayı 167, Ankara

DEMİREL, Ö. (2002), Planlamadan değerlendirmeye öğretme Sanatı, Pegem yayıncılık, Ankara

DESAUTELS, J. "Constructivism-in-Action: Students Examine Their Idea of Science", Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 121-139.

DEWEY, J. (1990). The school and society: The child and the curriculum. Chicago: University of Chicago Press. (Original work published in 1902)

DEWEY, J, http://en.wikipedia.org/wiki/John_Dewey haziran 2006

DIAZ, R. M. & NEAL, C. J and AMAYA-WILLIAMS, M. "The Social Origins of Self-Regulation" Ed. by Moll, L. C.: "Vygotsky and Education: Instructional Implications and Applications of Sociohistirical Psychology" Cambridge University Press, Cambridge, UK 133-34, 1992

DUNHAM, P. H., & DİCK, T.P. (1994) Research on Graphing Calculators. The Mathematics Teacher, 87 (6), 440-445.

DOUGIAMAS, M. 1998: "A journey into Constructivism" (Çevrimiçi) http://dougiamas.com/writing/constructivism.html 2003

DOYLE, A. (2001). Web Animation Technology & Learning, Sep. Vol.22 Issue 2, p.30.

DUFFY, Thomas M. David H. Jonassen Peggy Cole, 1992.”Constructivism and the technology of instruction : a conversation” Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates Publishers,

DISESSA, A. (1985), Learning about knowing. In Klen, E.(ed) New direction for Child Development, San Francisco, Jossey-Basic Inc, 1985

DUATEPE, A. ve ÇİLESİZ S. (1999). Matematik Tutum Ölçeği Geliştirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16- 17, 45–52. Ankara.

DUBINSKY, E. (2004), http://trident.mcs.kent.edu/~edd/publications.html 20.Eylül.2004 tarihinde

DUBINSKY, E. MCGOVEN, M. DeMAROIS, P. http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot2000e-functlon-theory.pdf 2004 aralık

EDWARDS, C.H & PENNEY, D. CALCULUS with Analytic Geometry, Printece-Hall.Inc. ISBN D-13- 736331-1

EGGEN, P & KAUCHAK, D. (2001): “Educational Psychology: windows on classrooms” Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA

EISENHART, M.A., The Ethnograhic research tradition and mathematics education research. Journal for research in Mathematics Education, London, 1988

ELLIOTT, Richard ve ELLIOTT, Nick Jankel (2003); “Using ethnography in strategic consumer research”; Qualitative Market Research; 6, 4; s. 215

ELICH, J. WAY, J. (1993). Attitudes to teaching mathematics: the development of an attitude questionnaire. Proceedings of Seventeenth Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PMI 17, Vol. 1). The University of Trukuba, Japan

ENGLER, D. (1972). Instructional Technology and The Curriculum. In F.J. Paula and R.J. Goff (Eds.), Technology in Education: Challenge and Change. Worthingon, OH: Charles A. Jones.

ERBAŞ, A. K., (2005). Çoklu Gösterimlerle Problem Çözme ve Teknolojinin Rolü. The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET. ISSN: 1303-6521 Volume 4, Issue 4, Article 12.

ERKTİN, E. (1993). The Relationship between math anxiety attitude toward mathematics and classroom environment. 14.International Conference of Stress and Anxiety Research Society (STAR), Cairo, Egypt, April 5-7 1993.

ERNEST, P. (1994): “Mathematics, education, and philosophy : an international perspective” Washington, D.C. : Falmer Press

ERSOY, Y. (1997), “Okullarda matematik eğitimi: Matematikte okur-yazarlık”. HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi 13, 107-112

ERSOY, Y ve BAKİ, A. 2004 http://www.matder.org.tr/bilim/bilim.asp Ocak 2004

ERTÜRK, S. (1997). Eğitimde Program Geliştirme. Ankara: Meteksan A.Ş.

ETHINGTON, C.A. ve WOLFLE, L.M. (1986). A structural model of mathematics achievement for men and women. American Educational Research Journal, 5-75.

FLEURY, S. C. "Social Studies, Trivial Constructivism, and the Politics of Social Knowledge", Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 156-173.

FERRES, G.W., Training and implementation strategies appropriate to the introduction of Logo into Teachers' curriculum and instruction. University of Oregon, 1984.

FENNEMA, E. SHERMAN, J. (1977). Sex-related differences in mathematics achievement, spatial-visualisation and affective factors. American Educational Research Journal, Vol. 14, pp. 51-77.

FINN, J. D. (1960). Technology and the instructional process. Audiovisual Communication Review, 8(1),9-10.

FREIRE, (1970) "Pedagogy of Oppressed"

FOUREZ, G. "Constructivism and Ethical Justification", Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 139-156.

GANTER, S.L.: (2001), Changing Calculus: A Report on Evaluation Efforts and National Impact from 1988 1998, MAA Notes #56, Mathematical Association of America, Washington D.C.

GARRISON, J. "Toward a Pragmatic Social Constructivism" Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 43-63.

GARRISON, J. "Construntivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 63-81.

GODFREY, D; THOMAS, Micheal,O,J, 2004 What Do They See When They Look? Student Perspectives on Equations

GOLDIN, G.,A(1998). Observing mathematical problem solving through task-based interviews (Ed. A. R. Teppo) Qualitative Research Methods in Mathematics Education, NCTM.

GROSSMAN, P. L. WILSON, S. M. and SHULMAN, L. E. (1989). Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching. In M. C. Reynolds (Ed.), Knowledge Base for the Beginning Teacher. New York: Pergamon Press

HACISALİHOĞLU, H; MİRASYEDİOĞLU, Ş; AKPINAR, A. (2003), İlköğretim MATEMATİK ÖĞRETİMİ, HANNAFIN, M.S. VE PECK, K.L. (1988) The Design Development and Evaluation of nstructional Software. MacMillan, Londra.

HAMMERSLEY, M., Controversies in Classroom Research, Open University press, London, 1993. Holmes Group. Tomorrow's Teachers, Educational Digest, 1986.

HAWKINS, D. "Constructivism: Some History" Ed. by Fensham, P. J. & Gunstone, R. F. & White, R. T. "The Content of Science: A Constructivist Approach to Its Teaching and Learning", 9-13, 1994

HAYATİ, A. M, 1998 "Problem-Based Learning in Language Instruction: A Constructivist Model" ERIC Clearinghouse on Reading English and Communication Bloomington IN

HEID, M. K., EDWARDS, M. T., (2001). Computer Algebra Systems: Revolution of Retrofit for Today's Mathematics Classrooms? Theory Into Practice. Vol. 40 No: 2, S. 128.

HENN, H.Wolfgang, http://webdoc.gwdg.de/ebook/e/gdm/1998/henn3.pdf temmuz 2005

HIEBERT, J. (1992). Reflection and communication: Cognitive considerations in school mathematics reform. International Journal of Educational Research, 17(), 439-456.

HIEBERT, J., & LEFEVRE, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics (pp. 1-27). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

HIEBERT, J., & WEARNE, D. (1993). Instructional tasks, classroom discourse, and students' learning in second-grade arithmetic classrooms. American Educational Research Journal, 30(2), 393-425

HEPPNER, P. " A Review of the Problem Solving Literatüre and It's Relatıonships to the Counseling Process" Journal of Counseling Psychology, vol: 25, 1978

HMI (1987). Quality in Schools: The Initial Training of Teachers. London: HMSO.

HMI (1988). The New Teacher in School. London: HMSO.

HMI (1991). The Professional Training of Primary School Teachers, London: HMSO.

IŞIKSAL, M.AŞKAR, P http://ilkogretim-online.org.tr/vol2say2/v02s02b.pdf The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th grade students

İLKİN, A.. "Kalkınma." Ekonomi Ansiklopedisi cilt.2. İstanbul: PAYMA[a] Yayınları, 1983.

HONEBEIN (1996) : “Seven Goals for the Design of Constructivist Learning”çevrimiçi)4Haziran2004 http://cter.ed.uiuc.edu/JimL_Courses/edpsy490i/su01/readings/honebein.htm

İŞMAN. A, (2004). The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET October 2002 ISSN: 1303-6521 volume 1 Issue 1 Article 10 10. Kasım.2004

JONASSEN D.H. (1996). Computers in clasroom: Mindtools for Critical thinking, New Jersey: Prentice hall pres.

JONASSEN D H., K. L PECK and B G. WİLSON. Learning With Technology: A. Constructivisit Perspective New Jersey, Prentice Hall, 1999.

JONASSEN D. H. (2003): “Learning to solve problems with technology : a constructivist perspective” Upper Saddle River, N.J. : Merrill

LARSON, C. N. (1983). Techniques for developing positive attitudes in pre-service elementary teachers. Arithmetic Teacher, 1983, pp.8-9.

LAROCHELLE, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. (1998): “Construnctivism and Education” Cambridge University Press, Cambridge, UK

LAROCHELLE, M. & BEDNARZ, N. “Constructivism in Education: Beyond Epistemological Correctness” Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. “Construnctivism and Education” Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 1-23.

LEBOW, D. (1993), Conctructivist values of system design: Five principles toward a new mindset. Educational Technology Research and Development, 41, p4-16.

LACKNET, J. (1998). Design principles based on brain- based learning research.. <http://www.designshare.com/Research/BrainBasedLearn98.htm > (2000, Temmuz).

LEINBACH, C., POUNTNEY, D. C., ETCHELLS, T., (2002). Appropriate Use of a CAS in the Teaching and Learning of Mathematics. Int. J. Math. Educ. Sci. Technology. Vol:33, No:1, S.1-14.

LIKERT, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. In Archives of Psychology, No. 140.

KELLY, W. P. and TOMHAVE, W. K. (1985). A study of math anxiety/math avoidance in pre-service elementary teachers. Arithmetic Teacher, 32(5), 51-53.

KABACA, T. (2005), Bilgisayar cebiri sistemlerinin limit kavramının öğretimine etkisi, Yayınlanmamış doktora tezi, G.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

KABAPINAR, F. (2004): ”Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme Ortamı İçin Fen Ders Kitabı ve Öğretmen Kılavuzu Modeline Örnek Bir Materyal”, (Çevrimiçi) http://www.erg.sabanciuniv.edu/iok2004/ 31 Mayıs 2004

KAGAN, D. M. (1992). Professional growth among pre-service and beginning teachers. Review of Educational Research, 62, 129-169.

KAGAN, J. VE CYNTİA, L. Psychology and Education. Harcourt Brace Javanovich, Inc., New York 1978.

KARASAR. Ş. (2004). The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET October 2004 ISSN: 1303-6521 volume 3 Issue 4 Article 16

KARATAŞ, İ ve GÜVEN, B, 2003, İlköğretim-Online 2(2)

KESER, Hafize. (1991). Eğitimde Nitelik Geliştirmede Bilgisayar Destekli Eğitim ve Ders Yazılımlarının Rolü. Eğitimde Arayışlar 1. Sempozyumu Eğitimde Nitelik Geliştirme.

NUNES, J. & FOWELL, S.P. Hypermedia as an experimental learning tool: a theoretical model. Information Research New, 6(4), 1996, 15-27. 21. Temmuz. 2006

KNOWLES, J. G. (1992). Models for understanding pre-service and beginning teachers' biographies: Illustrations from case studies. In I. Goodson (Ed.), Studying Teachers' Lives. London: Routledge.

KOKOL-VOLJC, V. (2000). Examination Questions When Using CAS for School Mathematics Teaching, The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education, 7(1), 63-75

LİN X et al"lnstructional Desingn and Development of Learning Communities. An Invitation to a Dıalogue." B G. Wilson (Ed.), ConstructivistLearning Environments Case Studies in nstructional Design, New Jersey: Educational TechnologyPublications,Inc, Englewood Cliffs, 1996 203-220.

KUTZLER, B. http://b.kutzler.com/article/art_exam/exams.htm 2005

LUDLOW, L.H. ve BELL, K.N. (1996). Psychometric characteristics of the attitudes toward mathematics and its teaching scale. Educational and Psychological Measurement, 56(5), 864-880.

MacGregor, M. & Stacey, K. (1993). Cognitive models underlying students' formulation of simple linear equations. Journal for Research in Mathematics Education, 24, 217-232

MALABAR, I. VE POUNTNEY D (2000).: How do Traditional Examination Questions Fare in The Presence of a Computer Algebra System (CAS)? , The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education, ProQuest Education Complete pg 241

MARLOWE, B and M. L Page. Creating and Sustaining the Constructivist Classrom, USA, Corwin Press 1998.

MASSY, Jane. (2000). "Is Technology-Supported Training Different in Europe?". Training & Development. January 2000, 26-30.

MARTIN, D. J. (2000): "Elementary Science Methods: A Constructivist Approach" Wadsworth Thomson Learning, Belmont, USA

MARX, K, ENGELS, F (1987) Alman İdeolojisi (Feuerbach). çeviren S. Belli. 2. Baskı, Ankara, Sol Yayınları, s. 26.

MEB,(2007)Temel Eğitime Destek Programı http://tedp.meb.gov.tr/main.php?ID=01

MİNATO, S. ve YANASE, S. (1984). On the relarionship between students's attitudes toward school mathematics and their levels of intelligence. Educational Studies in Mathematics, 15, 313-320.

MINTZES, J. J. & WANDERSEE, J. H. & NOVAK, J. D. 1998 "Teaching science for understanding : a human constructivist view" San Diego, CA : Academic Press (46-58)

MOREIRA, C. (1991). Teachers' attitudes towards mathematics and mathematics teaching: Perspectives across two countries. Proceedings of Fifteenth Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PMI 15). Assisi, Italy.

MOLL, L. C. (1992): "Vygotsky and Education: Instructional Implications and Applications of Sociohistirical Psychology" Cambridge University Press, Cambridge, UK s: 1-6

MOLL, L. C. (1992): "Vygotsky and Education: Instructional Implications and Applications of Sociohistirical Psychology" Cambridge University Press, Cambridge, UK

MORF, A. "An Epistemology for Didactics: Speculations on Situating a Concept" Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Constructivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp 29-43.

MULHERN, F., ve RAE, G. (1998). Development of shorthened form of The Fennema-Sherman mathemamatics attitudes scales. Educational and Psychological Measurement, 58 (2), 295-306.

MUMME, J., 1990. Portfolio Assessment in Mathematics, California Mathematics Project, University of California, Santa Barbara.

MURPHY, E. "Characteristics of Constructivist Learning & Teaching", (Çevrimiçi) http://www.cdli.ca/~elmurphy/emurphy/cle3.html 7 Temmuz 2002

MURPHY, D. L.,2002 Computer Algebra Systems in Calculus Reform, Computer Algebra Systems in Calculus Reform

NOVAK, J. D. (1998): "Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations." Lawrance Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey, USA

NUNES-HARWITT, A., (2004). Opportunities and Limitations of Computer Algebra in Education. Journal of Educational Technology Systems. Vol 33; No:2, S. 157-164.

NUNES, José Miguel Baptista & FOWELL, Susan P. (1996) "Developing educational hypermedia applications: a methodological approach" *Information Research*, **1**(1) (Çevrimiçi)Available at: http://informationr.net/ir/2-2/paper15.html 4 Haziran 2004

NCC (NATIONAL CURRICULUM COUNCIL) (1991). The National Curriculum and the Initial Training of Students, Articled and Licensed Teachers. York National Curriculum Council

NCTM (NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS) (1989). Curriculum and Evaluation Standards For School Mathematics. Reston, VA. Author.

New South Wales Department of Education and Australian Council for Educational Research, 1972

NUNNALLY, J. C. (1978). Psychometric Theory. 2nd edition, New York: McGraw-Hill.

OĞUZKAN, Ferhan. (1993). Eğitim Terimleri Sözlüğü. Ankara: Emel Matbaacılık.

ONUR, B. “Mary j. Gardner, Harry W. Gardiner, Çocuk ve Ergen gelişimi”, İmge kitabevi, 1. Baskı, Ankara, Ekim 1993

ORMROD, J.E., (1990), Human Learning, Colombus: Merill Publishing Company, s. 24

O’SHEA, T. VE SELF, J. (1983) Learning and Teaching with Computers. Harvester Press, London.

ÖZTEKİN, B, (2001), (http://www.fbe.ktu.edu.tr/tezler/ortaogretim/yukseklisans/99-/t1200.htm)

PAPERT, S. (1972) 'Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics' in International Journal of Mathematics Education in ~e~ and Technology, 3, p249-262.

PAPERT, S., (1979), Final Report of the Brookline Project, The National Science Foundation Report

PAPERT, S., (1980) Mindstorms Computers, Children and Powerful Ideas, N.Y Basic Boks

PAPERT, S. Constructionism Publishing Corporation, 1991 (Çevrimiçi) http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html 2 Haziran 2004 (Ablex).

PEPIN, Y. “Practical Knowledge and School Knowledge: A Constructivist Representation of Education”, Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. “Construnctivism and Education” Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 173-195.

PETTY, R. E. CACCIOPO, J. T. (1986). The elaboration likelihood model of persuasion. In L. Berkowitz (Ed.) Advances in Experimental Social Psychology Vol. 19, pp. 123-205. San Diego, CA: Academic Press.

PIAGET, J. (1970), Genetic Epistemology New York: Colombia Univetsity Press

PIAGET, J. (1973): “To Understand is to Invent”, Grossman, New York, USA (Çevrimiçi) http://curriculum.calstatela.edu/faculty/psparks/theorists/501const.htm 5 Haziran 2004

PIAGET, J. (1997), The Development of thought: Equilibrium of cognitive structures, Newyork: Viking Press.

POLLAK, H. O. (1986) The Effects of Technology on the Mathematics Curriculum. In M. Canss (Ed.), Proceedings of the Fifth International Congress on Mathematics Education, (346-351), Boston: Birkhauser Press.

POLYA, G. (1957) How To Solve It. Second edition. Doubleday Anchor Books and Company, Inc.

POPPER, K. R 1998. “Bilimsel araştırmanın mantığı” İstanbul : YKY, Çev. İlknur Aka, İbrahim Turan.

POPPER, K. R. 1979 “Objective knowledge : an evolutionary approach”, Oxford [Eng.] : Clarendon Press ; New York : Oxford University Press,

RADFORD, L. (1998-2001). Rethinking Representations. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: Working Group on Representation and Mathematics Visualization, pp. 17-21, <http://www.matedu.cinvestav.mx/Radford.pdf>(2002,20Haziran)

REYES, L. H. (1984). Affective variables and mathematics education. The Elementary School Journal. Vol. 84, No. 3

RICHARDSON, V. (1997): “Constructivist Teacher Education: Building New Understanding” Falmer Press, London, UK

ROBERT Ennis, “A Taxonomy of Critical Thinking Dispositions and Abilities,” Teaching Thinking Skills, ROBERT STERMBERG, ed. New York: WH Freeman and Company, 1987

ROBLYER, M.D. (2004). Integrating Educational Technology Into Teaching. New Jersey : Pearson-Merrill Prentice Hall.

ROMBERG, T.A., 1993. How One Comes to Know Models and Theories of the Learning of Mathematics, In M. Niss (ed). Investigations into Assessment in Mathematics Education, 97-111, Kluver Academic Publishers, Netherlands.

ROUNDS, J.B. ve Hendel, D. 1980). Mathematics anxiety and attitudes toward mathematics. Measurement and Evaluation in Guidance, 13 (2), 83-89.

RUTHVEN, K. ve ark., (1996)., “The Calculaters as a Cognitive Tool: Upper-Primary Pupils Tacling a Realistik Number Problem”, University of Cambridge School of Education, Cambridge

RYAN, P.J., (1998). Teacher Development and Use of Portfolio Assessment Strategies and The Impact On Instruction In Mathematics. Doctoral dissertation, Stanford University School of Education, Stanford, CA

REYS, R SUYDAM. M,N. LINDQUST, M.M. & SMITH. N.L (1998) Helping Children Learning MAthematics, Needham Heights: MA

SAETTLER, P. (1968). A history of instructional technology. New York MacGraw-Hill

SAVERY, J.R. & DUFFY, T.M. (1995), Problem Based Learning: An Instructional Model and its Constructivist Framework, Educational Technology, Sebtember-October, 31-38.

SAYERS, R. (1994). Gender differences in mathematics education in Zambia. Educational Studies in Mathematics, 26, 389-403.

SCHOFIELD, H. L. (1982). Sex, grade level, and the relationship between mathematics attitude and achievement in children. Journal Of Educational Research. Vol. 75, No. 5, pp.280-284.

SCHOENFELD, A. (1988), Problem solving in context (s), In R. Charles and E. Silver (Eds), The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving, NCTM, Reston, VA

SELLEY, N. (1999), The Art of Constructivist Teaching in The Primary School, London, David Fulton Publishers

SENEMOĞLU, N., (2001), Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kuramdan Uygulamaya, Gazi Kitabevi, Ankara

SHEPARD, L.A., 1989. Why We Need Better Assessment? Educational Leadership, 46(7), 4-9.

SHEPARD, L.A., 2000. The Role of Assessment in a Learning Culture. Educational Researcher, 29(7), 4-14.

SHAW, M.E. ve WRİGHT, J..M. (1967). Scales for the measurement of attitudes. USA: McGraw-Hill, Inc.

SLAVIN, R.E. (1987). Cooperative Learning and Cooperative School. Educational Leadership, 45,3, 7-13

SMİD, H.J. (1988). Two Reasons for Teachers not to Use Educational Software, 6th International Congress on Mathematical Education,Budapest.

SMITH, L. (1993): "Necessary Knowledge: Piagetian Perspectives on Constructivism" Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hove, UK

SOYLU, Y , http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/html/dergibilgi/30/a24.htm Ocak 2005

SÖNMEZ, V., HayatBilgisi Öğretimi ve Öğrenme Kılavuzu, Anı Yayıncılık, Ankara, 1996, s.7

SPIEGEL, Murray.R, STEPHENS, Larry j. İstatistik, Schaum's Outlines, . Baskıdan Çeviri, DR. Alptekin Esin, Salih Çelebioğlu, Nobel Yayınevi, Ankara, 2005, s.17

SULAK, H. (1996). Bilgisayar Destekli Eğitimde Karşılaşılan Güçlükler. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

STACEY, K (2004), (http://extranet.edfac.unimelb.edu.au/DSME/RITEMATHS/ Haziran 2006)

STEINBACK, M. ve Gwizdala (1995). Gender differences in matematics attitudes of secondary students. School Science and Mathematics, 95 (1), 36-41.

STERMBERG, R The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives Cambridge 1988 (scholarly, but understandable) last chapter synthesizes. BF 408 N354

STODOLSKY, S.S., SALK, S. ve GLAESSNER, B. (1991). Student views about learning math and social sciences. American Educational Reserch Journal, 28 (1), 89-116.

STREFLAND, L. (1991). Realistic Mathematics Education. Center for Science and Mathematics Education, Freudenthal institute, Utrech University, Nederlands

STOESSIGER, R. ve ERNEST, P. (1992). Mathematics and national curriculum: primary teacher attitudes. Int. J. Math. Educ. Technol. Vol. 23, No. 1 65-74.

SCHWINGENDORF, K. E ve DUBİNSKY , E, (1990), Calculus, Concepts and Computers: Innovations in learning In T. W Tucker (ed), Priming the calculus pump : Innovations and resources ,(pp: 175 - 198). The Mathematical Assocation of America, Washington DC.

ŞAHİN, T. & YYILDIRIM, S, (1999). Öğretim Teknolojileri ve MATERYAL GELİŞTİRME, Anı Yayıncılık, Ankara

TALL, D.: 1995, 'Cognitive growth in elementary and advanced mathematical thinking', in L. Meira and D. Carraher. (eds.), Proceedings of the 19th International Conference, Psychology of Mathematics Education, Vol. 1, Recife, Brazil, pp. 61–75.

TAYLAN, S. "Heppner'in Problem Çözme Envanteri'nin Uyarlama, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları" Yayınlanmamış Master Tezi. Ankara: A.Ü. Sosyal Bilimler enstitüsü. 1990. (s. 4)

TAPIA, M., MARSH, G. E. II Academic Exchange Quarterly Summer 2004: Volume 8, Issue 2 (http://www.rapidintellect.com/AEQweb/cho25344l.htm Temmuz 2006)

THOMAS, G.,B., (1991) Calculus And Analytic Geometry, Arkadaş Yayınevi

GÜROL, M. ve TEZCİ, E. (2001). "Teknolojik Öğrenme Çevrelerinin Tasarımı: Yapılandırmacı Bir Yaklaşım", BTIE 2001 Bilişim Teknolojileri Işığında Eğitim Konferans ve Sergisi, Ankara

TOCCİ, C. M. (1991). Achievement, parental, support, and gender differences in attitudes toward mathematics. Journal of Educational Reserch, 84 (5), 280-286.

TULUK, G. (1997), LOGO – Matematiğin öğretmen adayları üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

TURGUT, F. (1983), Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları, Saydam Matbaacılık, Ankara

UŞUN, Salih. (2000). Dünyada ve Türkiye'de Bilgisayar Destekli Öğretim. Ankara: Pegem Yayıncılık.

VAN DE WELLA, J. E. (1989), Elemantry School Mathematics Commonwealth University. Virginia.

VAN DE WELLA, J. E. (2003), Elemantry School Mathematics:Teaching Developmentally White Plains New York Longman

VON GLASERSFELD, E. (1996): "Radical Constructivism: A way of Knowing and Learning" The Falmer Press, London, UK

VON GLASERSFELD, E. "Why Constructivism Must Be Radical" Ed. by Larochelle, M. & Bednarz, N. & Garrison, J. "Construnctivism and Education" Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998, pp. 23-29.

VYGOTSKY, L. 1985 "Düşünce ve dil", Kaynak yayınları, Ankara, çeviren Semih Koray

VYGOTSKY, L.S (1978), Mind in Society: The Development of the Higher Psychological Process London: Harvard University pres. edited by Michael Cole

WILLIAMS, M. & BURDEN, R. L. 1997 "Psychology for language teachers : a social constructivist approach", Cambridge University Press, Cambridge, UK

WILSON, B. G. (1996) "Constructivist learning environments : case studies in instructional design", Englewood Cliffs, N.J. : Educational Technology Publications,

YALIN, H.İ. (1999), Öğretim Teknolojileri ve materyal geliştirme, Nobel Dağıtım, Ankara

YERUSHALMY, M. & SCHWARTZ, J. L. (1993). Seizing the Opportunity to Make Algebra Mathematically and Pedagogically Interesting. In Romberg, T. A., Fennema, E., and Carpenter, T. P. (Eds.), Integrating Research on the Graphical Representation of Functions (pp. 41–68). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

YILDIRIM, C. (1999 , a), Matematiksel Düşünme, Remzi Kitabevi, İstanbul

YILDIRIM, C. (1999, b), Bilim Tarihi, Remzi Kitabevi, İstanbul

YILDIRIM, C. (1999, c), Bilim Felsefesi, Remzi Kitabevi, İstanbul

YIN, C. Y., (1999). IT – A Powerful Computational Tool in Mathematical Investigation and Problem Solving. EdTech 99 Conference , Singapore.

ZEICHNER, K. M., TABACHNICK, B. ve DENSMORE, K. (1987). Individual, institutional and cultural influences on the development of teachers' craft knowledge. In J. Calderhead (Ed.) Exploring Teacher Thinking (pp. 21-59). London: Cassell.

EK 1 Son Test

Adı soyadı:

Cevaplarınızda cebirsel gösterim, tablo ve grafik kullanımlarınız sizden beklenmektedir.

Soru 1 Cevap Kategori kavram

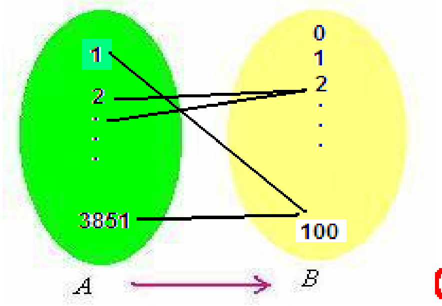
Bu sınav 100 puan üzerinden değerlendirilecektir. Bu sınavı fakültedeki bütün öğrencilerin (3851 öğrenci) aldığı kabul ediliyor. Yapılan sınav kağıtları okunup notlar verilecektir. Her öğrencinin sınav sonunda alacağı bir not olacaktır.

Bu durumda bir fonksiyon var mıdır?

Bulunursa bu fonksiyonun tersi var mıdır? Açıklayınız.

Cevap: Birbirine eşitte olabilen, boş kümeden farklı A ve B verildiğinde, A nın her elemanını B de <u>yalnız</u> <u>bir elemanına</u> eşleyen A dan B ye f bağıntısına, A dan B ye fonksiyon denir ve $f : A \to B$ veya $A \xrightarrow{f} B$ şeklinde gösterilir.

$f : A \to B$ ve $(x, y) \in f$ ise $f : x \to y$ veya $f(x) = y$ şeklinde gösterilir ve x in f altındaki görüntüsü denir. Burada x elemanına bağımsız değişken, y ye ise bağımlı değişken denir. Bu durumda; Öğrenciler ve notlar arasında bir eşleme kurulabilir.

	Eşlemede $f^{-1} : B \to A$ olmalıdır. Aynı notu alan iki öğrenci (örneğin 100 puan alan iki öğrenci) bulunabileceği için bu fonksiyonun tersi bulunamaz

Hedeflenen bilişsel faaliyet: Fonksiyon kavramının sorgulanması ve tanımın uygulaması rutin olmayan bir soru.

Toplam Puan : 6 Puan.

Soru 2 Cevap Kategori kavram

$f(x) = x^2 - 4x + 4$ fonksiyonunu;

a) Açıklayınız.

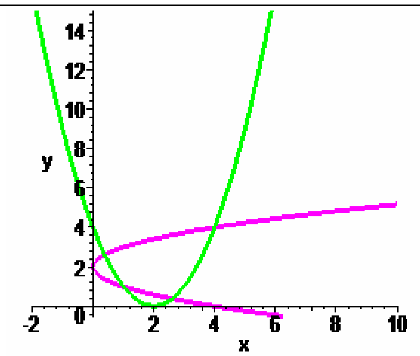
b) Tersinin fonksiyon olup olmadığını tartışınız? Varsa tersini nasıl bulurdunuz?

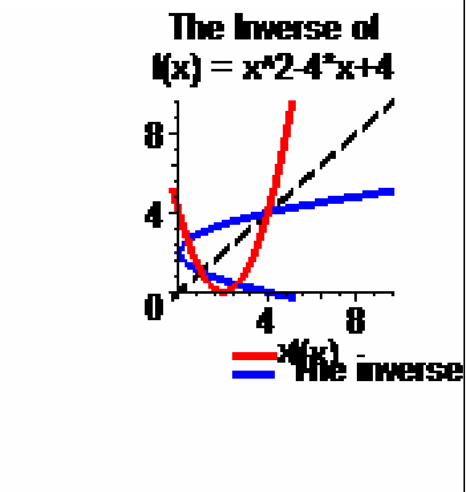
Cevap: $f:\mathbb{R}\to\{0\}\cup\mathbb{R}^{+}$ ye tanımlı bir fonksiyon olarak polinom fonksiyonudur. Düzgün süreklidir.

Fonksiyon birebir değildir. $f(1)=1$ ve $f(3)=1$ yani 1 ve 3, 1 ile eşlenir, aynı y için birden fazla x elde edilir. Bu da fonksiyonun tersinin bir fonksiyon olmadığını gösterir.

Tersinin fonksiyon olması için fonksiyonun tanım kümesinde birebir ve örten olduğu aralıklar (-∞,2] ya da [2,∞) olarak alınmalıdır.

$y = (x - 2)^2$ tam kare haline getirilerek tersi aranırsa $\sqrt{y}=|x-2| \Rightarrow x=\sqrt{y}+2,\ x=-\sqrt{y}+2$ elde edilir.





x	x^2-4x+4
0	4
1	1
2	0
3	1
4	4

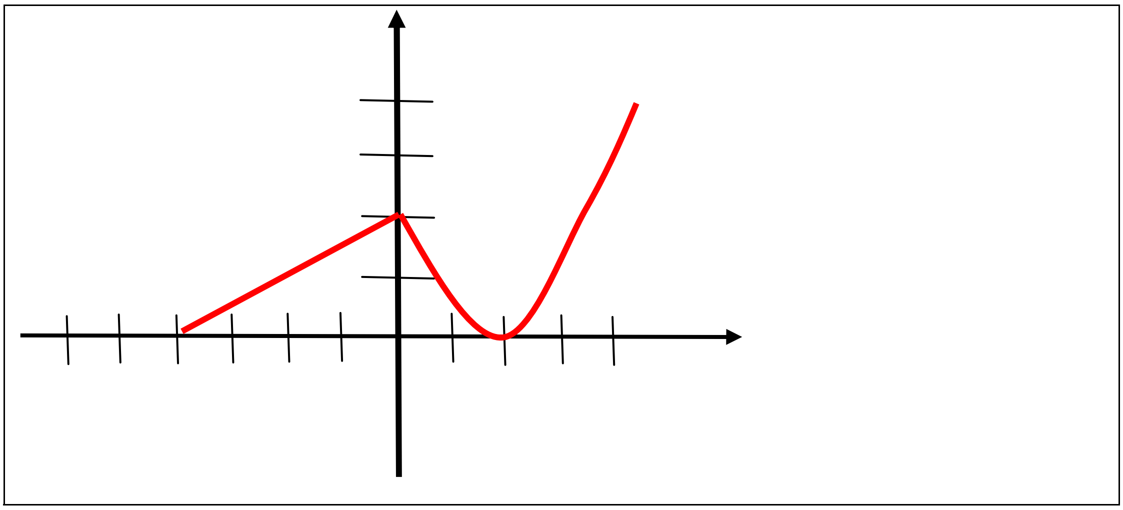
Tersini düşündüğümüzde;
Tanım kümesindeki bir değer iki değer aldığı için fonksiyon olamaz.
1 hem 1 ile hem 3 ile eşlenmektedir.
4 hem 4 ile hem de 0 ile eşlenmektedir.
Bu da fonksiyon tanımına aykırı düşer.

Hedeflenen bilişsel faaliyet: fonksiyonu kareye tamamlama ve tersini bulabilme ve fonksiyon tanımına uygun olup olmadığını anlama. Fonksiyonun tersinin olabilmesi için birebir ve örten olmayı kullanma. Grafik çizerek ve tablo yaparak tahmin etme ve açıklama.

Toplam Puan : 6 puan

THOMAS ÜNİVERSİTE MATEMATİĞİ S. 28 Alıştırmalar Arkadaş Yayınevi, ANKARA

Soru 3 Cevap: Kategori işlem



Bu grafiği ifade eden fonksiyonları

a)sınıflandırınız.

b) tanımlayınız.

Cevap: Grafikteki doğru (-4 , 0) ve (0 , 2) noktasından geçer.

Diğeri bir paraboldür. x^2 nin 2 birim sağa kaydırılması. (0,2) den geçtiği için katsayı 1/2 olacak.

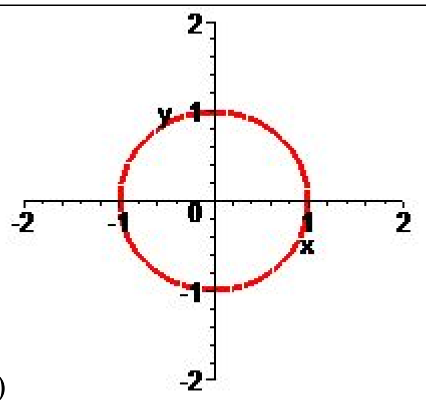
Grafikte bir doğrusal birde ikinci dereceden polinom fonksiyonu vardır.

$$f(x)=\begin{cases} \dfrac{1}{2}x+2 & , \quad -4\le x\le 0 \\ \dfrac{(x-2)^2}{2} & , \quad 0\le x<\infty \end{cases}$$ fonksiyon

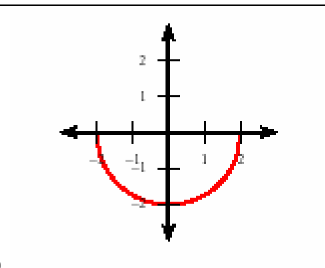
Hedeflenen bilişsel faaliyet: Parçalı fonksiyonu bir grafikten yola çıkarak ifade edebilme. Tanım kümesini kullanabilme

Toplam Puan : 6 puan. **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

Soru 4 Cevap: Kategori işlem



a)



b)

a) Grafiği sembolik (cebirsel) olarak tartışınız.

b) Grafiği cebirsel olarak tartışınız.

Cevap: a) $x^2 + y^2 = 1$ birim çember denklemi. $r(t) = (\cos(t), \sin(t))$ düşünürsek $x = \cos(t)$ ve $y = \sin(t)$ ve $\cos^2(t)+\sin^2(t) = 1$; t , [0 , 2pi] aralığında saatin tersi istikamette dönerken bir çember çizer. $x^2 + y^2 = 1$ elde edilir.

b) Kapalı tanımlı bir fonksiyondan gerçel değerli tek değişkenli bir fonksiyon haline ulaşma. Bu tür fonksiyonlara cebirsel fonksiyon deriz. Cebirsel bir fonksiyon, kuvvet fonksiyonları ile başlayarak, toplama, çıkarma, bir reel sayı ile çarpma, kök alma vb. işlemlerle teşkil edilebilen formüle sahip bir fonksiyondur.

$$x^2 + y^2 = 1 \rightarrow f(x) = -\sqrt{1 - x^2}$$

$$1 - x^2 \geq 0 \Rightarrow -1 \leq x \leq +1 \quad \text{ve} \quad -1 \leq y \leq 0$$

Hedeflenen bilişsel faaliyet: Reel değerli tek değişkenli bir fonksiyon elde etme. Denklemle fonksiyonu ayırt etme. Fonksiyonu yazıp tanım ve değer kümesi kullanma. Bir fonksiyonun grafiğinin bir denklemin grafiğinin özel hali olduğunu ifade etme

Soru 5 Cevap Kategori işlem

x	0	1.5	3	4.5	6
$s(x)$	100	300	500	300	100

tablosu ile verilen **trigonometrik** fonksiyonu tahmin ediniz.

Cevap: $f(x) = A\cos(x) + C$ denkleminde A ve C yi bulmak.

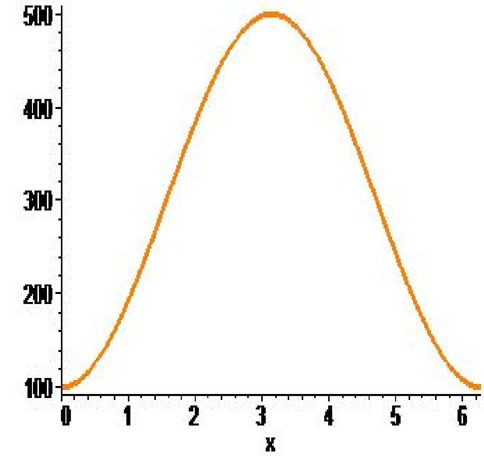
minumum değer 100 maksimum değer 500 olduğu için

$$\frac{100+500}{2} = 300$$

$$\frac{100-500}{2} = -200$$

$$s(x) = -200 * \cos(x) + 300$$

elde edilir.



Hedeflenen bilişsel faaliyet: Uygun grafikle açıklamada bulunma. Veriye bakarak trigonometrik fonksiyonun denklemini yazma, içeriği anlama, fonksiyonu yazma,

Soru 6 Cevap Kategori kavram

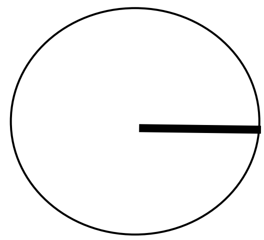
Bir çemberin alanını, çevresinin fonksiyonu olarak nasıl ifade edersiniz?.

Cevap:

$C = 2\pi r \quad A = \pi r^2 \quad r = \dfrac{1}{2\pi}C$

$A(C) = \pi(\dfrac{1}{2\pi}C)^2$

$A(C) = \dfrac{1}{4\pi}C$

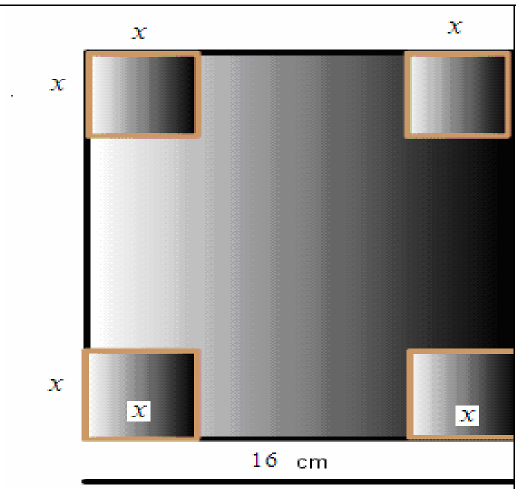


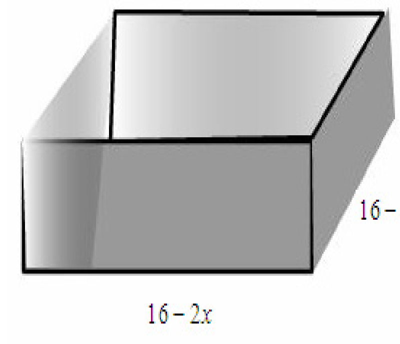
Hedeflenen bilişsel faaliyet: Denklemden yola çıkarak fonksiyon kavramına ulaşma. Fonksiyonda bağımsız ve bağımlı değişkeni kullanma.

THOMAS ÜNİVERSİTE MATEMATİĞİ S. 35 Alıştırmalar Arkadaş Yayınevi, ANKARA

Soru 7 Cevap Kategori problem

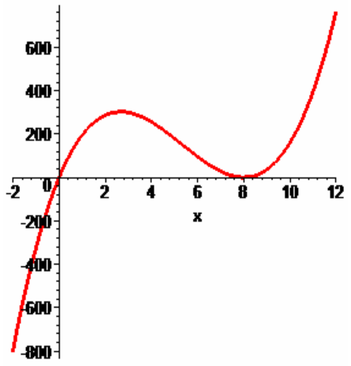
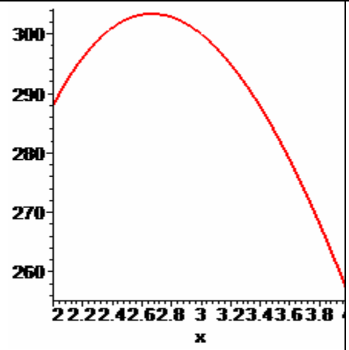
Bir kenarının uzunluğu 16 cm olan kare biçimindeki bir kartonun köşelerinden, bir kenarı x cm olan parçalar atılıyor. Geri kalan parçalar yukarı katlanarak üstü açık bir kutu yapılıyor. Bu kutunun hacmindeki değişimini nasıl açıklarsınız? Kutu en büyük hacimde iken x nasıl incelenmelidir?. Yanıtınızın nedenlerini açıklayınız.





Cevap: Kutunun hacmi, $V(x) = x.(16-2x)^2 = 4x^3 - 64x^2 + 256x$ ile ifade edilir.

Soruya göre tanım kümesi $x \in (0,8)$ olur. Bu aralık içinde de uygun inceleme [2 , 4] arasında inceleme yapılmalıdır.

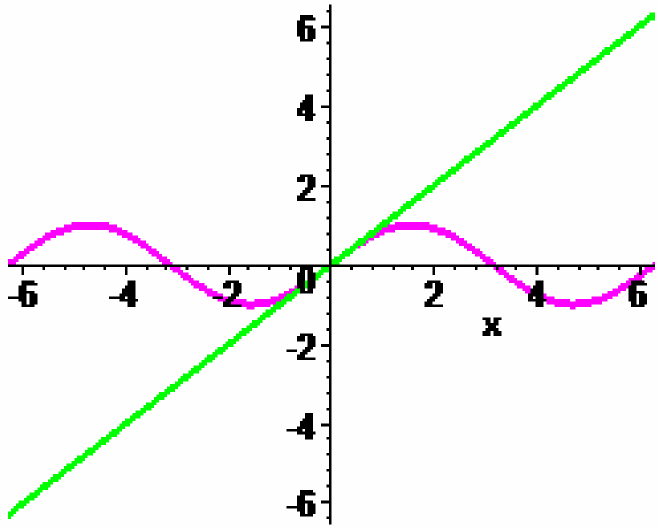
		2, 288 2.5, 302.500 3.0, 300.000 3.5, 283.500 4.0, 256.000

Hedeflenen bilişsel faaliyet: Bileşke ve tek fonksiyon kavramını birlikte deneysel kullanarak kökleri, tepe ve dip noktaları görebilme. Tahmin kullanma.

ANALİZE GİRİŞ 1 Seyfettin Aydın, s: 81, Başarı Yayınları, Ankara

Soru 8 Cevap Kategori işlem

a) $\sin(x) = x$ denkleminin gerçel sayı çözümleri kaç tanedir? Cevabınızı açıklayınız?

	Cevap: $\sin(x) = x$ eşitliğinin sağlanması demek, $f(x) = \sin(x)$ ile $g(x) = x$ denklemlerinin ortak çözümlerinin bulunması demektir. Grafikten de görülebileceği gibi $x = 0$' dan başka çözüm yoktur. $\sin(x) = x$ olacak şekilde x radyan değerleri ise 0' ra yakın x değerleridir.

Hedeflenen bilişsel faaliyet: Verilenlere göre fonksiyonel ilişkiyi yazabilme. İki denklem düşünme.

Toplam Puan : 6 puan **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

(Tübitak, 1996 Fen Liseleri Giriş Sorusu)

Soru 9 Cevap Kategori işlem

r = f(t) ve *V = g(r)* fonksiyonları ile ticari bir uçan balonun sınaması yapılmaktadır. *t* dakika ve *r* metre olarak balon genişlerken ölçülmektedir. V hacmi balonun şişmesi t = 0 da başlamaktadır.

Her durumun matematiksel ifadelerle temsili istenmektedir. Bu temsilde sayılar, değişkenler ve semboller kullanılmaktadır

a) Değişim başladıktan t dakika sonra balonun hacmini verecek denklemi nasıl açıklarsınız? Cevap: $g(f(t))$ P

b) Balonun hacmi yarıçap iki misli artarsa nasıl açıklarsınız? Cevap: $g(2r)$ P

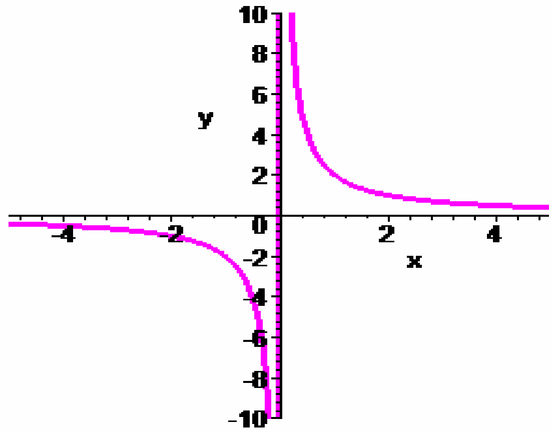
Hedeflenen bilişsel faaliyet: İçeriği anlama, fonksiyonu yazma, uygun grafikle açıklamada bulunma

Soru 10 Cevap: Kategori kavram

Cevap: x ve y gerçel sayıları için -1 < x < 0 ise $x.y = 2$ ifadesinde x artan değerler alırken y' nin değişimini nasıl incelersiniz?

$x.y = 2 \rightarrow y = f(x) = \frac{2}{x}$ P olur. Yani rasyonel bir fonksiyon olarak ifade edilebilir.

x ve y ters orantılı olduğundan P x artan değerler alırken y azalan değerler alır. P Bu durumu grafikte ve tablo ile görebiliriz.

$-4, \frac{-1}{2}$ $-3, \frac{-2}{3}$ $-2, -1$ $-1, -2$ $1, 2$ $2, 1$ $3, \frac{2}{3}$ $4, \frac{1}{2}$	

Hedeflenen bilişsel faaliyet: İçeriği anlama, fonksiyonu yazma, uygun grafikle açıklamada bulunma

Soru 11 Cevap Kategori problem

f(x) ve g(x) , x'in bütün değerleri için tanımlı ve ***<u>tek</u>*** fonksiyonlar ise $(f \circ g)(x)$ fonksiyonu tek midir? Yanıtlarınızın nedenlerini açıklayınız.

Cevap:

$f:\mathbb{R}\to\mathbb{R} \quad g:\mathbb{R}\to\mathbb{R}$

$f(-x)=-f(x) \quad g(-x)=-g(x)$

$f(x)=2x \quad g(x)=x^3$

$(fog)(x)=2(x)^3$

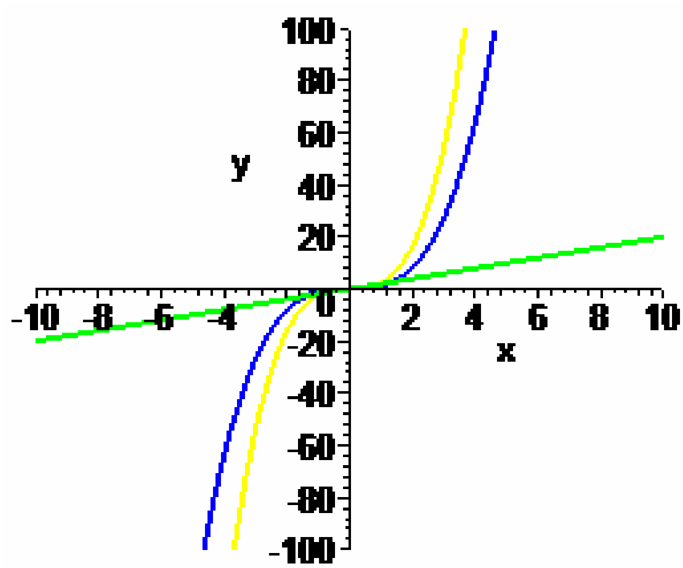
$(fog)(x)=2x^3$

$f(-x)=-f(x)$ ve $g(-x)=-g(x)$

$(fog)(-x)=-(fog)(x)$

$(fo(g(-x))=(fo(-g(x))$

$\qquad\qquad =-(fog(x))$



Hedeflenen bilişsel faaliyet: Tek fonksiyonu belirleme, bileşke fonksiyonu belirleme, grafiği çizme.

Soru 12 Cevap: Kategori problem

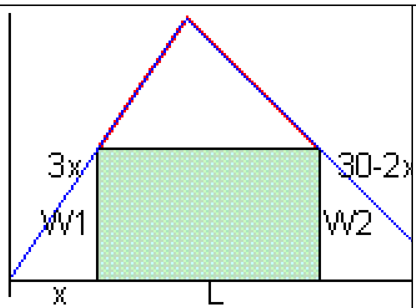
$y=0$, $y=3x$ ve $y=30-2x$ doğruları ile çevrili üçgenin içine yerleştirilebilecek;

1- Bir dikdörtgen düşününüz.

2- Bu dikdörtgenin alanını ifade edecek bir fonksiyon düzenleyiniz.

2- Bu fonksiyonu inceleyiniz. Alabileceği değerleri ve bu değerlerin içinde en büyüğü nasıl açıklarsınız?

Cevap:



$w1=w2$

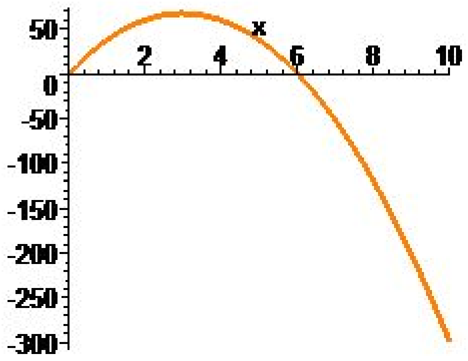
$3x=30-2(x+L)=30-2x-2L$

$5x-30=-2L \;\rightarrow\; L=\dfrac{5x-30}{-2}=-\dfrac{5}{2}x$

L'yi iki doğru denklemini kullanarak x bağımsız değişkeni olarak gibi ifade etme .

$A=Lw=Lw1$

$A(x)=(-\frac{5}{2}x+15)(3x)$



$$A(x) = -\frac{15}{2}x^2 + 45x$$

x bağımsız değişkenini alanı hesaplarken kullanma. Tepe noktasını görme.

x	y
1	37,5
2	60
3	67,5
4	60
5	37,5
6	0

Hedeflenen bilişsel faaliyet: İçeriği anlama, fonksiyonu yazma, uygun grafikle açıklamada bulunma

Toplam Puan : 8 puan **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

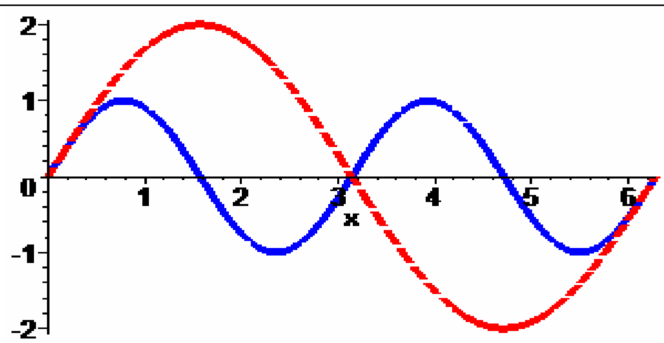
Soru 13 Cevap Kategori kavram

$f(x) = \sin(2x)$ ve $g(x) = 2\sin(x)$ ile aynı mıdır? Nasıl açıklarsınız?.

Cevap: $A \subseteq \mathbb{R}$ olmak üzere, $f : A \to \mathbb{R}$, $x \to f(x)$ fonksiyonunda her $x \in \mathbb{R}$ için

$(x + \mathrm{T}) \in \mathrm{A}$ ve $f(x+T) = f(x)$ koşulunu gerçekleyen bir T gerçel sayısı varsa, f fonksiyonuna periyodik fonksiyon denir.

$f(x+T) = f(x)$ eşitliğini gerçekleyen pozitif T sayılarının en küçüğüne, f fonksiyonun periyodu denir.



$f(x) = \sin(2x)$ nin periyodu nedir?

$f(x+T) = f(x) \Rightarrow \sin(2(x + T)) = \sin(2x)$

$\Rightarrow \sin((2x) + 2T) = \sin(2x)$

$\Rightarrow \sin((2x) + 2T) = \sin((2x) + 2\pi)$ olduğundan;

$2T = 2\pi$ ve $T = \pi$ bulunur.

$f(x) = 2\sin(x)$ nin periyodu nedir?

$f(x+T) = f(x) \Rightarrow 2\sin(x + T) = 2\sin(x)$

$\Rightarrow 2\sin(x + T) = \sin(x)$

$\Rightarrow \sin(x + T) = \sin(x + 2\pi)$ olduğundan;

$T = 2\pi$

Hedeflenen bilişsel faaliyet: İçeriği anlama, fonksiyonu yazma, uygun grafikle açıklamada bulunma

Toplam Puan : 6 puan **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

Soru 14 Cevap Kategori problem

Kastamonu Holding ürettiği suntaları $S(t) = 10(1 - \cos(\frac{\pi}{6}t))$ bağıntısı ile belirlendiği şekilde satmaktadır. t zamanı 1 Temmuz'dan itibaren göstermektedir. $S(t)$ kazanılan YTL dir.

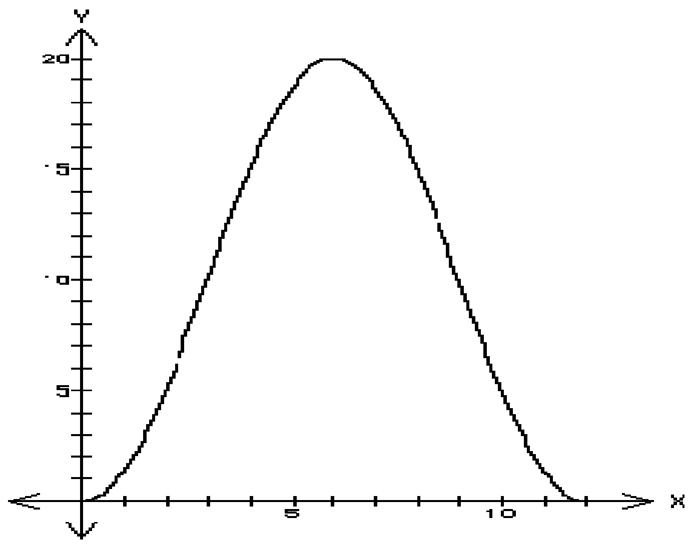
a. [1,12] aralığında 12- aylık dönemi grafikle gösteriniz.

b. Fonksiyonun periyodu nedir?

c. En düşük satış ilk ne zaman gerçekleşir?

d. En yüksek satış ne zaman gerçekleşir?

Cevap: a)



$1,\ 10 - 5\sqrt{3}$
$2,\ 5$
$3,\ 10$
$4,\ 15$
$5,\ 10 + 5\sqrt{3}$
$6,\ 20$
$7,\ 10 + 5\sqrt{3}$
$8,\ 15$
$9,\ 10$
$10,\ 5$
$11,\ 10 - 5\sqrt{3}$

$12,\ 0$

S(t) = 10[1 – cos((π/6) t)]

$\Rightarrow$ 10[1 – cos(π/6(t + T)) = 10 [1 - cos(π/6) t]

cos [(π/6) (t + T)] = [cos(π/6) t + 2 π]

b) T = 12 aydır.

c) En düşük satış Temmuz ayında gerçekleşir.

d) Ocak

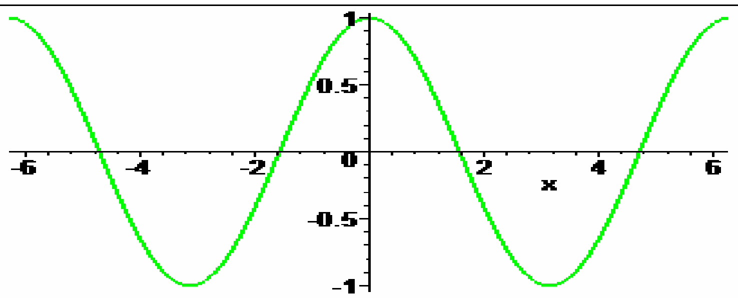
Hedeflenen bilişsel faaliyet: Trigonometrik fonksiyonda periyodu, genliği görme, fonksiyonda en büyük ve en küçük değeri bulma fonksiyonu yazma, uygun grafikle açıklamada bulunma

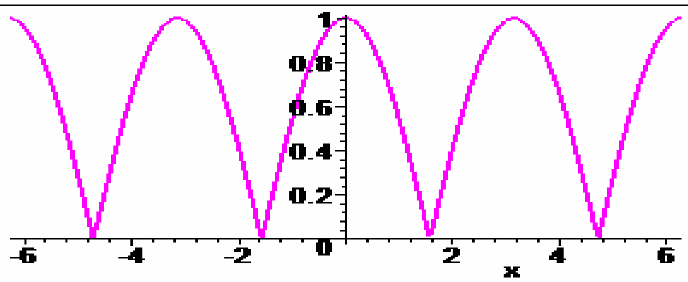
Toplam Puan : 8 puan **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

Soru 15 Cevap Kategori kavram

$f(x)=\cos(|x|)$ ve $g(x)=|\cos(x)|$ fonksiyonlarını grafiklerini çizerek açıklayınız. Nedenlerini belirtiniz.

Cevap: $f:(-2\pi,2\pi)\rightarrow[-1,1]$ aralığında $f(x)=\cos(x)$ fonksiyonunu çizelim. $f(x)=\cos(x)$ fonksiyonu çift fonksiyon yani simetrik olduğundan $f=\cos(|x|)$ ile $f(x)=\cos(x)$ nin grafikleri aynıdır. Alttaki grafik $f(x)=|\cos(x)|$ 'nin grafiğidir.





Hedeflenen bilişsel faaliyet: Simetriyi trigonometrik fonksiyonda kullanma, mutlak değerin bağımsız değişkeni nasıl etkilediğini anlama, fonksiyonu yazma, uygun grafikle açıklamada bulunma

Toplam Puan : 4 puan **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

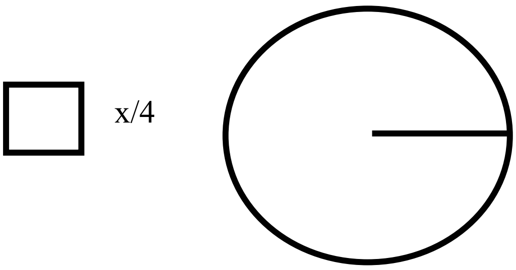
Soru 16 Cevap Kategori problem

100 metre uzunluğunda bir tel parçası x metre ve $100 - x$ metre uzunluğunda iki parçaya ayrılmıştır. Birinci parça bir kare halinde ve ikinci parça ise çember haline getirilmiştir.

1- Bu şekillerin alanları toplamı telin x uzunluğundan yola çıkılarak ifade edilebilir mi?

2- Bu şekillerle elde edilecek alanı nasıl bulursunuz?

3- Bulabileceğinizi alanın en büyük alan olması için hesaplamalarınızı tartışınız.

	Karenin bir kenarı $4a = x \Rightarrow a = \frac{x}{4}$ olmalıdır. alan $S_k(x) = \left(\frac{x}{4}\right)^2 = \frac{x^2}{16}$ Ⓟ elde edilir.

Cevap: Dairenin yarıçapı ise $2\pi r = 100 - x \Rightarrow r = \dfrac{100-x}{2\pi}$ olmalıdır. ve alan

$$S_d(x) = \pi\left(\frac{100-x}{2\pi}\right)^2 = \frac{(100-x)^2}{4\pi}$$ olmalıdır. Ⓟ

$$S_k(x) + S_d(x) = \frac{x^2}{16} + \frac{(100-x)^2}{4\pi}$$ elde edilir. Ⓟ

İkinci dereceden bir polinom fonksiyonu düşünülerek tanım kümesinin $0 < x < 100$ olacağı düşünülmelidir. Ⓟ

. . 97, 588.7786972 98, 600.5683099 99, 612.6420775 100, 625.	En büyük alanın bir daire ile elde edilebileceği, karenin çevresi için en küçük değerin verilmesi gerektiği yorumu yapılmalıdır.

Hedeflenen bilişsel faaliyet: İçeriği anlama, kendi ifadesiyle yazabilme. Verilenlere göre hesaplama ve tahmin gerçekleştirme

Toplam Puan : 8 puan **D**oğru sonuca ulaşamayan eksik yorumlara 1'er puan

EDWARDS & PENNEY Matematik Analiz ve Analitik Geometri s: 49 problem 18

EK 2 İstatistikler

Tablo 2.4 İstatistikleri

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		tutum1
N		30
Normal Parameters[a,b]	Mean	110,93
	Std. Deviation	6,432
Most Extreme Differences	Absolute	,136
	Positive	,118
	Negative	-,136
Kolmogorov-Smirnov Z		,747
Asymp. Sig. (2-tailed)		,632

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		tutum2
N		30
Normal Parameters[a,b]	Mean	115,13
	Std. Deviation	8,076
Most Extreme Differences	Absolute	,100
	Positive	,076
	Negative	-,100
Kolmogorov-Smirnov Z		,545
Asymp. Sig. (2-tailed)		,928

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Tablo 2. 9 Başarı Testi (Son test) puanı dağılımın normalliği

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
puan	30	54,57	13,538	32	85

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		puan
N		30
Normal Parameters[a,b]	Mean	54,57
	Std. Deviation	13,538
Most Extreme Differences	Absolute	,120
	Positive	,120
	Negative	-,105
Kolmogorov-Smirnov Z		,655
Asymp. Sig. (2-tailed)		,785

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Tablo 2. 10 Başarı Testi (Son Test) İçin Değerlendirici Puanları Arasındaki Korelasyonların İncelenmesi

Correlations

		notu	notu2
notu	Pearson Correlation	1	,917**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	10	10
notu2	Pearson Correlation	,917**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	10	10

**. Correlation is significant at the 0.01 level

Tablo 3. 1 Tutum Puanlarının Betimsel İstatistikleri

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
tutum1	15	110,80	6,592	1,702

One-Sample Test

	Test Value = 0					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
tutum1	65,096	14	,000	110,800	107,15	114,45

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
tutum2	15	114,20	8,946	2,310

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
tutum2	49,441	14	,000	114,200	109,25	119,15

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
tutum1	15	111,07	6,497	1,677

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
tutum1	66,210	14	,000	111,067	107,47	114,66

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
tutum2	15	116,07	7,294	1,883

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
tutum2	61,625	14	,000	116,067	112,03	120,11

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	tutum1	110,80	15	6,592	1,702
	tutum2	114,20	15	8,946	2,310

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	tutum1 & tutum2	15	,463	,082

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
		Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
Pair 1	tutum1 - tutum2	-3,400	8,296	2,142	-7,994	1,194	-1,587	14	,135

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	tutum1	111,07	15	6,497	1,677
	tutum2	116,07	15	7,294	1,883

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	tutum1 & tutum2	15	,169	,548

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
		Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
Pair 1	tutum1 - tutum2	-5,000	8,912	2,301	-9,935	-,065	-2,173	14	,047

Tablo 3. 2 Başarı Testi (Sontest) Puanlarının Betimsel İstatistikleri

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
puan	30	54,57	13,538	2,472

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
puan	22,076	29	,000	54,567	49,51	59,62

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
puan	15	50,07	11,171	2,884

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
puan	17,359	14	,000	50,067	43,88	56,25

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
puan	15	59,07	14,543	3,755

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
puan	15,730	14	,000	59,067	51,01	67,12

Tablo 3. 5 Son Test Puanlarının 3- Alt Boyuta Göre Betimsel İstatistikleri

Multivariate Tests[c]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	,978	90,989[a]	2,000	4,000	,000	,978
	Wilks' Lambda	,022	90,989[a]	2,000	4,000	,000	,978
	Hotelling's Trace	45,495	90,989[a]	2,000	4,000	,000	,978
	Roy's Largest Root	45,495	90,989[a]	2,000	4,000	,000	,978
grup	Pillai's Trace	,693	4,521[a]	2,000	4,000	,094	,693
	Wilks' Lambda	,307	4,521[a]	2,000	4,000	,094	,693
	Hotelling's Trace	2,261	4,521[a]	2,000	4,000	,094	,693
	Roy's Largest Root	2,261	4,521[a]	2,000	4,000	,094	,693
puan	Pillai's Trace	1,815	2,137	46,000	10,000	,098	,908
	Wilks' Lambda	,002	3,561[a]	46,000	8,000	,031	,953
	Hotelling's Trace	83,165	5,424	46,000	6,000	,020	,977
	Roy's Largest Root	78,353	17,033[b]	23,000	5,000	,003	,987

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept+grup+puan

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	islem	677,467[a]	24	28,228	5,041	,040	,960
	kavram	1089,367[b]	24	45,390	3,338	,092	,941
	pro	929,867[c]	24	38,744	4,403	,053	,955
Intercept	islem	209,082	1	209,082	37,336	,002	,882
	kavram	751,392	1	751,392	55,249	,001	,917
	pro	78,387	1	78,387	8,908	,031	,640
grup	islem	2,000	1	2,000	,357	,576	,067
	kavram	72,000	1	72,000	5,294	,070	,514
	pro	98,000	1	98,000	11,136	,021	,690
puan	islem	670,933	23	29,171	5,209	,037	,960
	kavram	1074,667	23	46,725	3,436	,087	,940
	pro	596,533	23	25,936	2,947	,116	,931
Error	islem	28,000	5	5,600			
	kavram	68,000	5	13,600			
	pro	44,000	5	8,800			
Total	islem	6474,000	30				
	kavram	13683,000	30				
	pro	13296,000	30				
Corrected Total	islem	705,467	29				
	kavram	1157,367	29				
	pro	973,867	29				

a. R Squared = ,960 (Adjusted R Squared = ,770)

b. R Squared = ,941 (Adjusted R Squared = ,659)

c. R Squared = ,955 (Adjusted R Squared = ,738)

EK 3 Tutum Ölçeği

Madde No	Tutum Cümleri	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Kısmen katılıyorum	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1H+	Matematik alanında çalışmayı isterim.					
2Y+	Matematiği yaşamımda bir çok biçimde kullanacağım.					
3K-	Matematik çalışmak sinirimi bozar.					
4G+	Matematikte yeni bir problemi çözmeye çalışırken kendimi iyi hissederim					
5G-	Matematik problemleri çözmek bana çekici gelmiyor.					
6H-	Matematik öğrenmek zaman kaybıdır.					
7G+	Matematik çalışmanın zevkli olduğunu düşünüyorum.					
8H+	Matematik bilgi edinmeye değer.					
9K-	Matematiğe karşı saldırgan ve düşmanca duygular besliyorum.					
10Y+	Gelecekteki çalışmalarım için Matematikte ustalaşmam gerekecek.					
11G-	Matematikte iyi olabilecek tipte biri değilim.					
12G+	Bir matematik dersinde hemen çözemediğim bir soru olduğunda cevabı bulana kadar vazgeçmem.					
13Y-	Günlük hayatımda matematiği çok az kullanacağımı tahmin ediyorum.					
14K-	Matematik kendimi rahatsız hissetmeme neden oluyor.					
15H-	Bazı insanların nasıl olupta matematikle bu kadar zaman geçirdiklerini ve bundan hoşlandıklarını anlamıyorum.					
16K+	Matematik dersinde huzurlu olurum.					
17H+	Matematik çalışmaya bir kez başlayınca bırakmak benim için çok zor oluyor.					
18Y+	Matematik bilmek, iş bulma olanaklarımı arttıracak.					
19K-	Matematik çalışmayı düşündüğümde canım sıkılıyor.					
20G+	Matematik dersinden iyi notlar alabilirim.					
21H+	Problemleri matematik kullanarak çözmek hoşuma gidiyor.					
22G+	Matematik dersinde problem çözülmeden bırakılırsa, sonradan üzerinde düşünmeye devam ederim.					
23G+	Matematik derslerinde başarılı olmak benim için önemlidir.					
24K-	Matematik beni huzursuz ediyor ve aklımı karıştırıyor.					
25H-	Başkalarıyla matematik konusunda konuşmaktan hoşlanmam.					
26Y-	Matematik meslek hayatımda benim için önemli olmayacak.					

EK 4 MAPLE KULLANIM KILAVUZU

Matematikçilerin kullandığı bir programlama dili olan MAPLE'ı kullanmaya hoş geldiniz. Bu kılavuz Maple'ı etkin bir şekilde kullanmanıza yönelik bilgi vermeyi ve altı bölümle, her bir bölümü grup arkadaşınızla birlikte kendi kendinize öğrenebilmenize yönelik hazırlanmıştır.

Bu öğreticinin her modülünde;

- Örneklere dayalı olarak komutları kullanmayı,

- Örnekleri inceledikten sonra probleme dayalı olarak hazırlanmış kendi kendinize yapacağınız örnekler için bir öğrenci çalışma alanı verilmektedir.

- Burada yanlış yapmakta çekinmeden bir çalışma yapmanız beklenmektedir. Bu kısım kendi kendinize denemeler yapabilmeniz içindir.

- Bazen yaptığımızdan emin olamıyabiliriz. Sonucumuzu kontrol etmek isteyebiliriz. Bu durumda Cevap kısmını gözden geçirin. Belki de siz yeni bir yol buldunuz.

Bu 6 modülü bitirdiğinizde bu çalışmanın size kendi kendinize Maple kullanma konusunda ve Genel Matematik dersinizde MAPLE kullanma konusunda hazır olduğunuzu umuyoruz.

Tekrar ayrı bir çalışma kağıdında bütün öğrendiğimiz bu komutların ve fonksiyonların kısa bir özetini ozet.mws dosyasında bulacaksınız.İsterseniz bir çıktı alabilirsiniz.

Buna benzer çalışma sayfaları hazırlamak isterseniz bunları nasıl yapabileceğinizi anlatan bir maple ara yüz çalışması hazırladık.

Yapacağınız çalışmalarda size başarılar diliyoruz.

Module 1 : CEBİR (Algebra)

AMAÇLAR:

Bu modül altı bölümden oluşmaktadır. Size aşağıda izleyeceğiniz gibi Maple'ı nasıl kullanacağınızı göstemeyi amaçlamaktadır.

Bu bölümü bitirdiğinizde;

- Temel aritmetik işlemleri yapmayı,
- Değişken tanımlamayı,
- Cebirsel ifadeleri düzenleme, kurma ve hesaplamayı,
- Grafik çizmeyi öğrenmiş olacaksınız.

<u>*Bölüm 1 Sayısal Hesaplamalar*</u>

Bu bölümde Maple bildiğimiz hesaplamalar için kullanmayı öğreneceğiz. Maple problem çözerken işimize yarayan hesaplamalar için yardımcıdır.

Maple ile Aritmetik İşlemler (Arithmetic Operations)

Maple ile hesaplama çok açıktır. Sayısal ifade yazılır ve noktalı virgül ilave edilir. **[Enter]** tıklanır. Sonuç mavi renkli olarak ortada görünür.

Örnek 1

Aşağıdaki satırda basit bir hesaplama vardır. Kırmızı renkli satırın herhangi bir yerinde *[Enter]* ***tıklanır.***

```
> restart;
> 2+4;
```

6

```
> > 12*34567890;
```

414814680

> maple girdisi anlamında ve kırmızı renktedir. Herbir *[Enter]* ***tıklandığında işlem tekrarlanır.***

"4" ü değiştirin ve "8" yapın. *[Enter]****.***

Mavi renkli ekran çıktısının otomatik olarak güncellenmesini (update) izleyin.

Örnek 2

134^{39} ***işlemini maple'da yapaınız.***

```
> 134^39;
```

90591434403147370552516385662067771291402350911187037423856474074097 \
423209059057664

Hesap makinesine benzemeyen 83 basamağa kadar tam sonucu verir maple.

Örnek 3

Maple kesirli işlemleri ondalık sayıya çevirmeden gösterir.

```
> 3/5 + 5/9 + 7/12;
```

$$\frac{313}{180}$$

Örnek 4

Karekökü bulmak isterseniz *sqrt* ***kullanırsınız :***

```
> sqrt(24);
```

$2\sqrt{6}$

Bu bölümde $\sqrt{24}$ ***hesaplamasını kareköklü olarak öğreniyoruz. Gelecek bölümde ondalık karşılığı bulmayı da öğreneceksiniz.***

Soru

Mat Bank üç tür kartı müşterilerine dağıtmaktadır.

Mastercard için yıllık işletim ücreti 15 YTL almakta ve ortalama % 19.8 faiz uygulamaktadır.

Visacard için yıllık işletim ücreti 25 YTL almakta ve ortalama % 12.9 faiz uygulamaktadır.

Goldmaster car için ise yıllık işletim ücreti 45 YTL almakta ve ortalama % 11.8 faiz uygulamaktadır.

Bu bankada 100 YTL 'niz olduğunu kabul edelim. Hangi kartı tercih edersiniz? Niçin?

Bütün yıl boyunca bankanın faizde bir değişiklik yapmayacağını kabul ediyoruz.

> ***Örnek 5***

Maple ile matematiksel sabitleri istediğimiz gibi tanımlayıp kullanma imkanımız olur. π ***sayını yazdırmak isteyelim. Pi bu anlamdadır.***

**** çarpma işlemini yapmada kullanılır.***

```
> 4*(3+Pi);
```

$$12 + 4\pi$$

Maple'ın cevaplarındaki kesinliğe dikkat ediniz. *Pi* ***yazılırken büyük harfle yazılmış. O yüzden bu tip bilgisayar programlarını kullanırken komut satırında fonksiyonun yazılış biçimleri önem kazanır.***

Örnek 6

Trigonometrik fonksiyonlar içinde sonuçları açık ve kesin olarak bulabiliriz.

```
> sin(5*Pi/3);
```

$$-\frac{\sqrt{3}}{2}$$

```
>> sec(Pi/4);
```

$$\sqrt{2}$$

Bir sayının ters sinüsünü bulmak istersek *arcsin* ***fonksiyonunu kullanırız.***

```
> arcsin(-1);
```

$$-\frac{\pi}{2}$$

Eğer tanımsız bir değeri hesaplatmak isterseniz bir hata (error) mesajı alırsınız.

```
> tan(Pi/2);
Error, (in tan) numeric exception: division by zero
```

> ***Örnek 7***

e^x ***üslü fonksiyonunu hesaplatmak isterseniz:*** *exp(x) .*

```
> exp(x);
```

$$e^x$$

Sadece e ***değerini bulmak isterseniz:*** *exp(1)*.

```
> exp(1);
```

$$e$$

Örnek 8

$|x|$ ***fonksiyonunu hesaplamak istersek:*** *abs(x)*.

```
> abs(x);
```

$$|x|$$

> ***Örneğin,*** $x = -3$ ***için*** $|x|$ ***mutlak değeri hesaplamak istersek;***

```
> abs(-3);
```

$$3$$

> $e - \pi < 0$

yi hesaplayalım.

```
> abs(exp(1)-Pi);
```

$$-e + \pi$$

> ***Örnek 9***

Maple bir çok özel amaçlı tanımlamalar kullanarak sayılarla çalışmayı kolaylaştırır. Bunların bir kısmını matematik dersimiz için kullanmayı

öğreneceğiz. Mesela, bir tam sayıyı asal çarpanlarına ayırmak istediğimizde maple'ı** ifactor **komutunu kullanacağız. Sayıları değiştirerek istediğiniz alıştırmayı yapabilirsiniz.

```
> ifactor(31722722304);
```

$(2)^{10}\ (3)\ (7)^2\ (13)^2\ (29)\ (43)$

> ***Örnek 10***

Tek bir satırda birden fazla komut yazabilirsiniz. Komutlardan sonra her seferinde ; yazmayı unutmayınız ve komutlar arasında ; den sonra boşluk tuşun da kullanın.** [Enter] **'ı tıkladığınızda bütün komutlar çalışır ve all of the expressions are executed and the results are listed, in order, in a single output field.

```
> sin(Pi/3);    cos(Pi/3);    tan(Pi/3);
```

$$\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\sqrt{3}$$

> ***Komutlar tek bir execute group için çalışır fakat ayrı satırlarda görüntülenirler.***

Tek bir execute group olarak çalışmasını istediğimizde ayrı satırlarda yazılabilmesi için ilk komutu yazdıktan sonra** [Shift] + [Enter] **yapınız. Sonuç aynı elde edilecektir.

```
> sin(Pi/3);
cos(Pi/3);
tan(Pi/3);
```

$$\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\sqrt{3}$$

> ***Örnek 11***

Hesaplamak ve görüntüyü bir sayı dizisi halinde elde etmek isterseniz** seq **komutu kullanılır.

Şimdi, ilk 100 doğal sayının karelerini bulduralım.

```
> seq(k^2,k=1..100);
```

1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144, 169, 196, 225, 256, 289, 324, 361, 400, 441, 484, 529, 576, 625, 676, 729, 784, 841, 900, 961, 1024, 1089, 1156, 1225, 1296, 1369, 1444, 1521, 1600, 1681, 1764, 1849, 1936, 2025, 2116, 2209, 2304, 2401, 2500, 2601, 2704, 2809, 2916, 3025, 3136, 3249, 3364, 3481, 3600, 3721, 3844, 3969, 4096, 4225, 4356, 4489, 4624, 4761, 4900, 5041, 5184, 5329, 5476, 5625, 5776, 5929, 6084, 6241, 6400, 6561, 6724, 6889, 7056, 7225, 7396, 7569, 7744, 7921, 8100, 8281, 8464, 8649, 8836, 9025, 9216, 9409, 9604, 9801, 10000

> *evalf* komutunu kullanarak yaklaşık hesaplama

Bir önceki kısımda üç kesirli sayı yazmış ve sonucu kesirli sayı olarak elde ettiğimizi görmüştük. Bu gösterimde sayısal hesaplamalarda kullanılır ve

bilinmesinde faydalar vardır. Fakat ondalık sayı olarak hesaplamaya gerek olan zamanlarda vardır. Maple'daki *evalf* ***komutu bu işlemi yapar.***

Örnek 1

Aşağıdaki iki satırda sonuçları karşılaştırınız. Kararınızı yazın.

```
> 3/5+5/9+7/12;
```

$$\frac{313}{180}$$

```
> > evalf(3/5+5/9+7/12);
```

1.738888889

> ***Örnek 2***

Hesaplamada işlemi bir k değişkenine atamak kolaylık sağlar. Bu işlemde önce bir harf olmak üzere çeşitli atamalar yapabilirsiniz. Tıpkı komut çalışırken nasıl *;* ***gelmesi gerekiyorsa burada*** *:=* ***yazılması gerekir. Bu atamayı yaptıktan sonra*** *evalf (k)* ***uygulandı.***

```
> k := 3/5+5/9+7/12;
```

$$k := \frac{313}{180}$$

```
> > evalf(k);
```

1.738888889

> ***<u>Çok önemli not</u>: Maple burada duyarlıdır. Çünkü; k ve K farklı değişken tanımlaması olarak algılanır.***

```
> k;
```

$$\frac{313}{180}$$

```
> K;
```

K

Bu şekilde kelimelerde değişken olarak kullanılabilir. İngiliz alfabesindeki harfleri kullanın küçük ı harfi büyük İ harfi ç,ö,ş,ü,ğ kullanılamaz.

```
> sayi := 2^5;
```

$sayi := 32$

```
> > sqrt(sayi);
```

$4\sqrt{2}$

> ***Örnek 3***

Eğer basamak sayısını istediğimiz kadar vererek de hesaplama yapabiliriz. Aşağıdaki örneği uygulayın.

```
> w := 4*(3+Pi);
```

$w := 12 + 4\pi$

```
> > evalf(w);
```

24.56637062

> ***Dört haneli işlem için:***

```
> evalf(w,4);
```

24.57

> ***45 haneli işlem için:***

```
> evalf(w,45);
```
24.5663706143591729538505735331180115367886776

> ***Örnek 4***

Eğer girdiğiniz sayı ondalık biçimde yazıldıysa Maple sonucu otomatik olarak ondalık sayı verir. Ondalık sayı için . kullanılır. Aşağıdaki işlemleri tartışın ve kararınızı yazın.

```
> sqrt(34);
```
$\sqrt{34}$

```
> > sqrt(34.0);
```
5.830951895

> ***Bir başka örnek:***

```
> 4-1/3;
```
$\frac{11}{3}$

```
> 4.0-1/3;
```
3.666666667

> ***Örnek 5***

evalf ***konutu bir sayı dizisi için de kullanılabilir. Aşağıdaki işlemi arkadaşınızla tartışın ve kararınızı yazın.***

```
> sonuc:= seq(sqrt(k),k=1..10);
```
$sonuc := 1, \sqrt{2}, \sqrt{3}, 2, \sqrt{5}, \sqrt{6}, \sqrt{7}, 2\sqrt{2}, 3, \sqrt{10}$

```
> > evalf(sonuc);
```
1., 1.414213562, 1.732050808, 2., 2.236067977, 2.449489743, 2.645751311, 2.828427124, 3., 3.162277660

> ***Son çıktı ile kullanılabilecek kısayol***

Aşağıdaki işlemleri yapın kararınızı tartışın ve yazın

```
> 3/5+5/9+7/12;
```
$\frac{313}{180}$

```
> evalf(%);
```
1.738888889

```
> > Pi;
```
π

```
> evalf(%);
```
3.141592654

```
> %+5;
```
8.141592654

> ***Aşağıda*** **Alıştırma 1.4** ***kullanımını inceleyiniz.***

<u>Uyarı:</u> ***% sembolünün kullanımında dikkat etmelisiniz.***

<u>Alıştırma 1.1</u>

37^{43} ***i hesaplayınız..***

Öğrenci Çalışma Alanı 1.1

>

Cevap 1.1

> `37^43;`

27081588506598106040982953896258749653831334409506086433262944331453

Alıştırma 1.2

$\sqrt{34}$ i 18 haneli hesaplayınız...

Öğrenci Çalışma Alanı 1.2

>

Cevap 1.2

> `m := sqrt(34);`

$m := \sqrt{34}$

> `evalf(m,18);`

5.83095189484530047

> ***Alıştırma 1.3***

$\frac{3+\pi}{7-\sqrt{13}}$ ifadesini sayısal olarak hesaplayınız.

Öğrenci Çalışma Alanı 1.3

>

Cevap 1.3

> `cevap := (3+Pi)/(7-sqrt(13));`

$cevap := \frac{3+\pi}{7-\sqrt{13}}$

> > `evalf(cevap);`

1.809304883

> ***Alıştırma 1.4***

(%) işareti kısayol kullanımıdır fakat zaman zaman beklenmeyen sonuçlar yaratabilir.

Örneği inceleyiniz.

Üç satırdaki girdileri çalıştırın. Sonuçları önceden tahmin edebilir misiniz?

> `4+Pi;`

$4+\pi$

> `evalf(%);`

7.141592654

> `%+10;`

17.14159265

Şimdi son satırı yeniden çalıştıralım. (i.e., %+10;). Görüntü 17.14159265 ***den*** 27.14159265

e değişti. Nedenini açıklayabilir misiniz?

Öğrenci Çalışma Alanı 1.4

>

Cevap 1.4

(%) son işlemi yeniden yapardı hatırlayacağınız gibi. Algıladığınızı yazınız.

> `a := 4+Pi;`

$a := 4+\pi$

> `b := evalf(a);`

$b := 7.141592654$

```
> b+10;
```
17.14159265

Değişkenleri Temizleme

Varolan bir değişkene yeni değer atama

Bir değişken tanımladınız. Maple her seferinde bu değişken için aynı tanımlamayı aklında tutar. Ona yeni bir değer için işlem yaptırmak isterseniz. yeni işlem için atama yapmalısınz.

Örneğin;

```
> h;
```
h

> h ***ye 56 değeri atandı.***

```
> h := 56;
```
$h := 56$

> ***Atamadan sonra h değerine dikkat edin.***

```
> h;
```
56

> h ***ye yeni bir değer vermek istediğinizde*** *:= den sonra yazmalısınız* **.**

```
> h := sqrt(Pi);
```
$h := \sqrt{\pi}$

> ***Yeni atanan değer için çalıştırın.***

```
> h;
```
$\sqrt{\pi}$

> ***unassign komutu ile değişkeni yeni işlem atama***

Bazen bellekteki değişkeni tam olarak temizlemek gerekebilir. Bu durum için bir çalışma yapalım.

Örneğin; x ***'e 65'i atadık.***

```
> x := 65;
```
$x := 65$

Farzedelim ki yeni bir probleme başlamak istedik ve buda cebirsel bir ifade $x^2 - 4\,x + 7$ ***ve değişkeni de w olsun. Eğer bunu çalıştırırsak maple otomatik olarak bir önceki komuta göre işlem yapar.***

```
> w := x^2-4*x+7;
```
$w := 3972$

> ***Aşağıdaki işlemleri izleyin ve kararınızı yazın.***

```
> unassign('x');
> w := x^2-4*x+7;
```
$w := x^2 - 4\,x + 7$

Bütün değişkenleri temizleme : restart *komutu*

restart ***komutu bütün değişkenleri yeni değerlerine göre hesaplatır. Maple yeniden başlar gibi anlamındadır. Bellekte kalan bütün değişkenlerde yeni aldıkları dğerlere göre işelem girer. Eğer yeni bir problem çözme aşamasındaysanız bu*** *restart* ***komutunu kullanmalısınız.***

Aşağıdaki işlemleri yapmadan önce tahminnizi yapın ve kontrol edin

```
> p := 4;
```

$p := 4$

> *p;*
x;
h;

4

x

$\sqrt{\pi}$

> ***İşlemleri tartışın ve düşündüklerinizi yazın***

> *restart;*

> ***Şimdi değişkenleri kontrol edelim.***

> *p;*
x;
h;

p

x

h

>

Tebrikler bu bölümü tamamladınız. Çıktıyı word ortamında almak isterseniz. File ---->Export As ---->RTF den sonra farklı kaydet penceresi açılır dosya adını yazar ve kaydedebilirsiniz. Daha sonra kullanmak üzere bu dosyayı e-mailinize gönderebilir ve çıktısını alabilirsiniz.

EK 5 Yapılandırmacı + BCS Grup Çalışma Yapraklarından Örnekler

Modül 1 Analiz Öncesi.

Özet:

Bu ders size;

Denklem ve fonksiyon kavramını;

cebirsel olarak ifade ederken onun kural ve veri tablosu ile gösterilmesini,

bu gösterimler sırasında matematiksel düşüncenin ifadesinde bağımlı ve bağımsız değişkeni kullanabilmeyi,

geometrik olarak düşünmeyi,

grafik olarak göstermeyi

sunacaktır.

Bu incelemeleri gerçek hayat problemleri ile sürdürürken;

" Fonksiyonların Bazı Özel Türlerini Kavrayabilme

" Fonksiyon tanımlama ve açıklama

" Bir fonksiyonun tersini tanımlama ve açıklama

" Artan, azalan ve sabit fonksiyonları tanımlama ve açıklama

" Çift ve tek fonksiyonları tanımlama ve açıklama

" Parçalı fonksiyonu tanımlama ve açıklama

" Bir fonksiyonunu mutlak değerini, tam değerini tanımlama ve sembolle gösterme

" Trigonometrik fonksiyonu açıklama

amaçlar.

Taşı delen suyun gücü değil, **sürekliliğidir**.

Grup Elemanları:

1)……………………………….. Tarih:………………

2)………………………………..
3)………………………………..

1. 1 DENKLEMLERİN VE FONKSİYONLARIN GRAFİKLERİ

Matematik analiz, insan aklının en üstün başarılarından biridir. Bu matematik disiplin genişçe,  Isaac Newton (1642 - 1727) ve Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716)'  in 17. yüzyıldaki araştırmalarında ortaya çıkar.

Onların düşüncelerinden bazıları, Archimedes'in (M.Ö 287 - 212) zamanına kadar gider ve

Yunan, Mısır, Babil, Hindistan, Çin ve Japon kültürleri gibi farklı kültürlerde ortaya çıkar.

Geçen üç yüzyıl boyunca medeniyetimizi şekillendiren bilimsel gelişmelerden bir çoğu, analizi kullanmaksızın mümkün olmayacaktı.

Matematik analizin pek çok uygulaması, değişen nicelikleri tanımlamak için reel sayıları veya değişkenleri ihtiva eder.

Bir geometrik veya bilimsel olayın matematiksel incelemesinin anahtarı, tipik olarak,

olayı tanımlayan değişkenler arasındaki bağıntıların elde edilmesidir.

Hatırladığınız formül var mı? Yazar mısınız?

```
> restart:with(plots):with(student):with(plottools):
```

Soru: Arkadaşım Kanada'da yaşıyor. İzmir'de sıcaklığın 30^0 C olduğunu radyodan öğrendi. Kanada 'da bu sıcaklığın kaç Fahrenheit'a karşılık geldiğini kıyaslamak istiyor. Ne yapsın?

Çözdüğünüz bu soruyla ne bulursunuz?

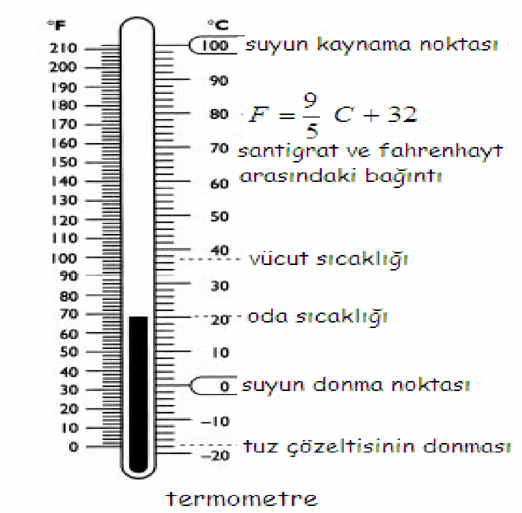
Açıklamanız:

İpucu

İpucu: O^0 C, 32^0 F 'dır. 1^0 C lik sıcaklık değişimi 1. 8^0 F lık sıcaklık değişimine karşılık gelir. C, Celcius sıcaklığını F Fahrenheit sıcaklığının bir fonksiyonu olarak nasıl yazabiliriz?

Tartışma

$$F = 1.8\ C + 32 \text{ veya } F = \frac{9\,C}{5} + 32$$




```
> restart:
F:=(9/5)*C+32;
```

$$F := \frac{9\,C}{5} + 32$$

```
> subs( C=30, F );
```

$$86$$

Bu formülü maple'da çözdük. Bunun için subs kullandık. (substitute:Yerine koyma anlamında)

30 derecelik bu sıcaklık Kanada'da olsaydınız size fahrenheit cinsinden 86 olarak radyodan söylenecekti.

Uyarı: Ben bu denklemi elimle daha kolay çözerdim baskısı yapmayın kendinize. Biraz daha mücadeleyle göreceksiniz hesap makinesi v.b araçlar kullanarak hesaplamak zamanla daha kolay gelir.

Sizce de bu arttırlması gereken bir beceri midir.

>

Gözlem ve araştırma

Bir üniversitede, profesörlerin sayısı, öğrencilerin sayısının 6 katıdır. Profesörlerin sayısı için P ve öğrencilerin sayısı için S yi kullanarak bir denklem kurunuz?

Cevap

6 P = S

Gözlem ve araştırma

>

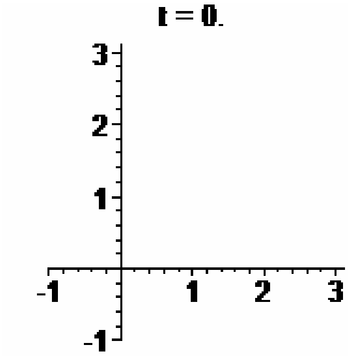
Aşağıdaki çalışmayı enter la geçtikten sonra şeklin üzerinde fare + sağ tuşla animate tıklayınız. Bu ara grafiği lütfen dikkatle inceleyiniz.

Animasyon devam ederken animasyondaki şekli kareli kağıda nasıl aktarırsınız.

```
> with(plottools,rectangle):
```

```
box := proc(x,y,r)
PLOT(rectangle([x,y],[y,x],color=white)) end;
animate( box, [0,t,0.2],
t=0..Pi,scaling=constrained, frames=100 );
```

box := proc (x, y, r) PLOT(rectangle($[x, y]$, $[y, x]$, *color* = *white*)) end proc



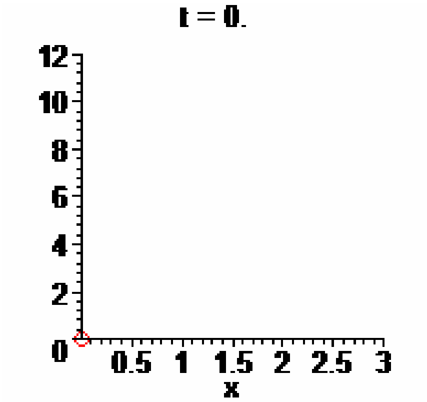
>

Animasyondaki şekli kareli kağıda aktarınız. Tartışınız. Ne oluyor?
Bu durum nasıl açıklanır?

>

Gözlem ve araştırma

```
> restart:with(plots):
karecevre:= plot( 4*x,x=0..3,color=white ):
animate( pointplot, [
[[t,4*t]],symbol=circle,symbolsize=15,color=red],
t=0..3, frames=100, background=karecevre );
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Animasyon hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.
Kareli kağıda aktarınız. Tartışınız? Ne oluyor?
Sorularınızı yazınız?

Tartışma

x birim kenarlı karenin çevresi nedir?
Cevabınız:
İpucu: x değiştikçe kare nasıl değişir?
Değişimi kareli kağıt üzerinde de ifade ediniz.

Sayısal incelemenizi tablo olarak açıklayınız?

Sokrates'le Aristo'nun öğrencileri arasındaki farklardan birisi de; Aristo'nun öğrencilerinin not tutması.

ipucu: for x by .5 from .5 to 5 do print(x, ...) od; hatırladınız mı?

isterseniz maple input satırında ?for kullanarak yardımda alabilirsiniz.

Cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->4*x:
for x from 1 to 5 do print (x,f(x)) od;
Warning, the name changecoords has been redefined
```

1, 4
2, 8
3, 12
4, 16
5, 20

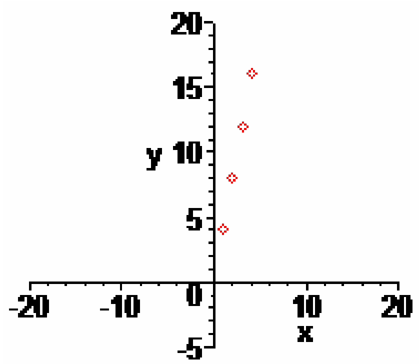
```
> for x from 1 by 0.5 to 5 do print (x,f(x)) od;
```

1, 4

Tabloyu grafik haline getirelim. Elinizdeki kareli kağıtta incelemenizi sürdürünüz.

Bu ilişkiden elinizdeki kareli kağıtta örüntü bulunuz.

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-20..20,y=-5..20):
b:=pointplot({[1,4],[2,8],[3,12],[4,16]},color=red,a
xes=normal):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



\>

Tartışma

x kenarlı bir karenin çevresini ve değişimini incelediniz.

Kenardaki artım miktarını .1 sonra .01 ... olacak şekilde arttırsaydık meydana gelen şeklin adını veriniz.

\>

Cevap

Çizdiğiniz şekil nedir? Yazınız.

```
> restart:with(plots):
```

```
f:=x->4*x:
plot(f(x),x=1..4);
>
```

Gözlem ve araştırma

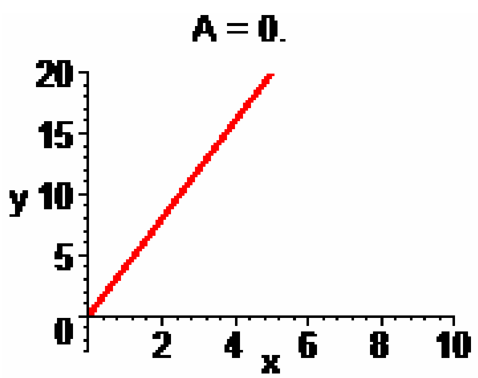
Karenin kenarını 2 birim arttırsaydık değişim nasıl olurdu?
Kareli kağıda aktarınız.
grafiğini nasıl çizerdiniz?
Bu ilişkiyi nasıl yazardınız? Nasıl açıklardınız?
masaüstünde maplet1'ri veya aşağıdaki maplet i çalıştırınız.çalıştırınız.

```
> with(Maplets[Elements]):
>
cizim:=Maplet(Window('title'="Grafik",[["Fonksiyonu yaz",
    background=pink,[TextField['Y1'](),background=cyan],
Plotter['ciz1']()],
    [Button("Çiz",Evaluate('ciz1'='plot(Y1,x=0..10,thick
ness=2,color=blue)')),
    Button("Tamam",Shutdown(['Y1'])),
    Button("Sil",SetOption('Y1'=""))]]));
    Maplets[Display](cizim);
                                    ["4*(x+2)"]
>
```

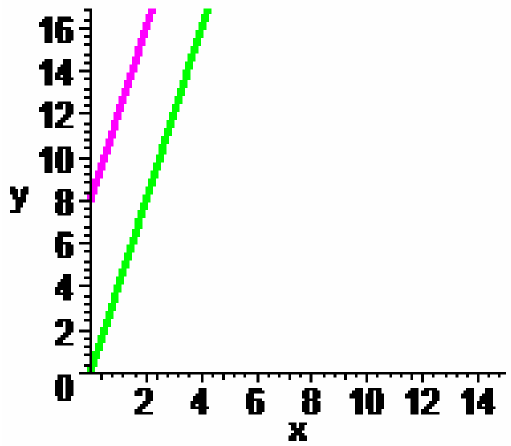
ipucu

$f(x) = 4x$ idi. yeni elde edeceğimiz fonksiyona $g(x)$ dersek o zaman $g(x) = f(x+2)$ olur. Bu durumda fonksiyon y - ekseninde 8 birim yukarı ötelenir.
Animasyonu inceleyiniz

```
> restart:with(plots):
f:=x->4*x:
animate( plot,  [(f(x)+A),x=0..10,y=-3..20],
A=0..8,thickness=3);
Warning, the name changecoords has been redefined
```




```
>
> restart:with(plots):
f:=x->4*(x+2):
plot([4*x,f(x)],x=0..15,y=0..17,color=[green,magenta
],thickness=3);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

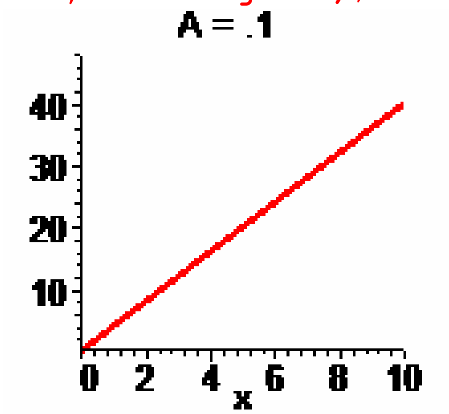


>

Şimdi parametreleri değiştirerek bu fonksiyonda bir görselleştirmeyi inceleyelim.

cevap

```
> with(plots):
animate( plot, [(4*(x+A)),x=0..10],
A=0.1..2,thickness=3,color=magenta);
```



Tanım

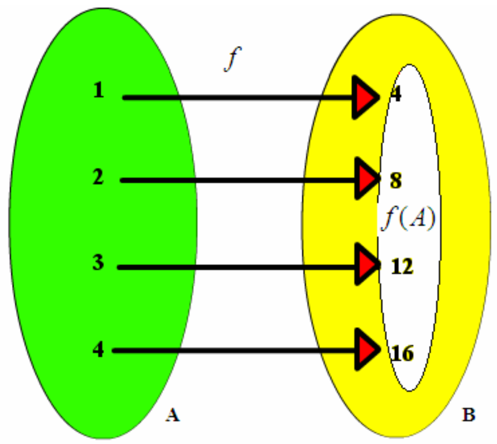
```
> restart:with(plots):
f:=x->4*x:
plot (f(x) , x = 1 .. 4);
```

plot ($f(x)$, x = 1 . . 4) deyimini incelediğimizde denklem yazılmış ve x = 1 . . 4 ile de tanım kümesi verilmiştir.

```
> plot (f(x) , x = 1 .. 4,y=-1..16);
```

plot ($f(x)$, x = 1 .. 4 , y= -1 . . 16) ; verdiğimizde bu denklemin değer kümesini de grafikte belirtince daha iyi bir çizim elde etmiş oluruz.

Bu durumda elimizde birisi tanım, diğeri de değer kümesi olmak üzere iki kümeye ihtiyacımız ortaya çıkar.



>

Boş olmayan A ve B kümeleri verilmiş olsun.

Aşağıdaki koşulları sağlayan A 'dan B 'ye her f bağıntısına bir fonksiyon denir.

$f:A\to B$ veya $A\xrightarrow{f}B$ şeklinde gösterilir.

1- Her $x\in A$ için $(x,y)\in f$ olacak biçimde bir $y\in B$ vardır.

2- $(x,y)\in f$ ve $(x,z)\in f$ ise y = z dir.

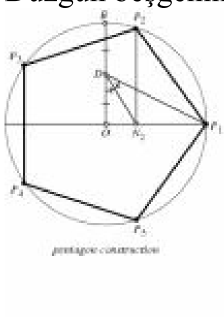
$f:A\to B$ ve $(x,y)\in f$ ise $f:x\to y$ veya $f(x)=y$ şeklinde gösterilir ve x 'in f altındaki görüntüsü denir.

Burada x elemanına bağımsız değişken ve y elemanına, x 'e bağlı olarak değiştiğinden, **bağımlı değişken** denir.

>

Gözlem ve araştırma

Düzgün beşgenin çevresi nedir. Çevre neye bağlı olarak değişir?



>

Tartışma

```
> restart:with(plots):
besgencevre:= plot( 5*x,x=0..10,color=white ):
animate( pointplot, [
[[t,4*t]],symbol=circle,symbolsize=15,color=red],
         t=0..10, frames=100, background=besgencevre
);
```

>

Bu değişimi animasyonda izlediniz...

Şimdi fonksiyon olarak ifade edelim.

```
> restart:with(plots):
f:=x->5*x;
plot(f(x),x=0..10);
>
```

Tartışma

Grafiğin üzerinde kırılmalar, bükülmeler, düzgün görünümü bozan noktalar var mı?

Gözlem ve araştırma

Bir fabrika ütü üretmeyi düşünmektedir. Fabrikanın piyasa araştırma bölümü aşağıdaki fiyat-talep bilgilerine erişmiştir.

Fiyat (YTL)	Tahmini Talep (kişi sayısı)
41	8040
66	5040
88	2400
108	0

Fiyat ve talep arasında nasıl bir bağıntı vardır? Çözeceğiniz bu soru ile kime nasıl yardımcı olursunuz?

```
>
```

İpucu

```
> with(student):
makeproc([],[])
ma:=slope([],[]);
>
Warning, premature end of input
```

Tartışma

Fiyat ile talep arasında doğrusal bir ilişki vardır. Talep bir fonksiyon olarak ifade edilebilir.

Fiyat arttıkça talep düşmektedir.

```
> > with(student):
f:=makeproc([88,2400],[108,0]);
> ma:=slope([88,2400],[108,0]);
```

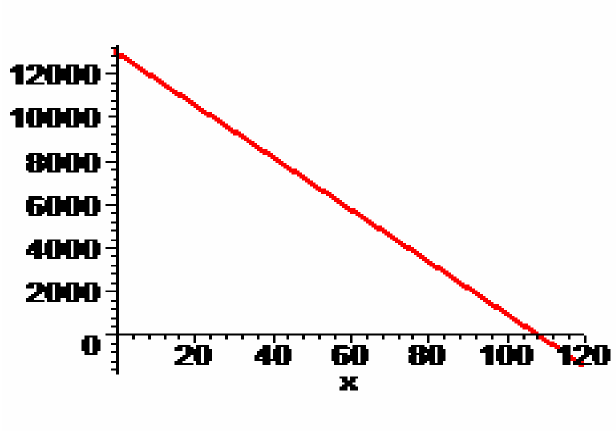
$$f := x \to -120\,x + 12960$$

$$ma := -120$$

```
> talep:=f->-120*f+12960;
```

$$talep := f \to -120\,f + 12960$$

```
> plot(f(x),x=-1..120,thickness=3);
```



\>
Fiyat arttıkça talebin yükseldiği bir durum gerçekleşseydi ne olur du?

Gözlem ve araştırma

Çanta üreten bir firmanın günlük sabit giderleri 16500 (YTL) dir. Günlük 100 adet çanta için 236500 (YTL) harcama yapılmaktadır. Firmanın üretimi ile maliyeti arasında doğrusal bir bağıntı varsa bu bağıntı ne olmalıdır.

ipucu

```
>
> with(student):
makeproc([,],[,])
>
Warning, premature end of input
```

Tartışma

```
>
> with(student):
makeproc([0,16500],[100,236500]);
> ma:=slope([0,16500],[100,236500]);
```

$$x \rightarrow 2200\,x + 16500$$

$$ma := 2200$$

\>
Maliyete C dersek;

```
> c:=x->2200*x+16500;
```

$$c := x \rightarrow 2200\,x + 16500$$

\>

Soru

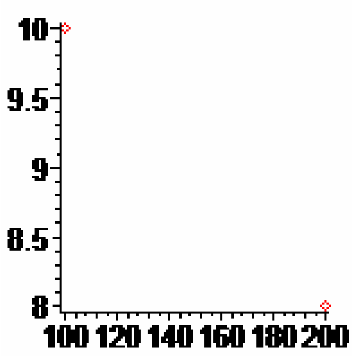
Bir mağazada İlk haftasına 100 T-shirts 10 YTL den ve ikinci hafta 200 T-shirts 8 YTL den satıyorsunuz. Bu durumu nasıl açıklarsınız?
\>

Cevap1

(100 , 10) , (200 , 8) den geçen veya (10,100) ve (8,200) den geçen doğrusal denklem olur.

```
> restart:with(plots):
pointplot({[100,10],[200,8]},color=red);
```

```
Warning, the name changecoords has been redefined
```

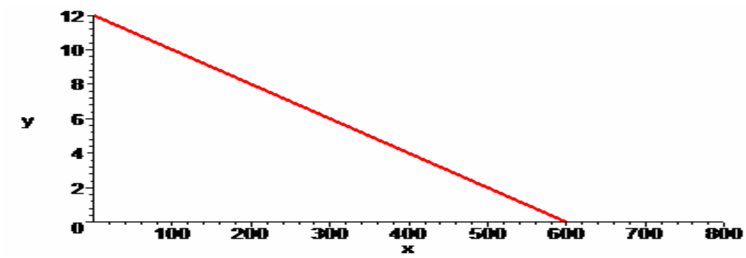



```
> restart:with(plots):with(student):
g:=makeproc([100,10],[200,8]);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$g := x \to -\frac{1}{50}x + 12$$

Bu denklem bir fonksiyon olarak ifade edilebilir.

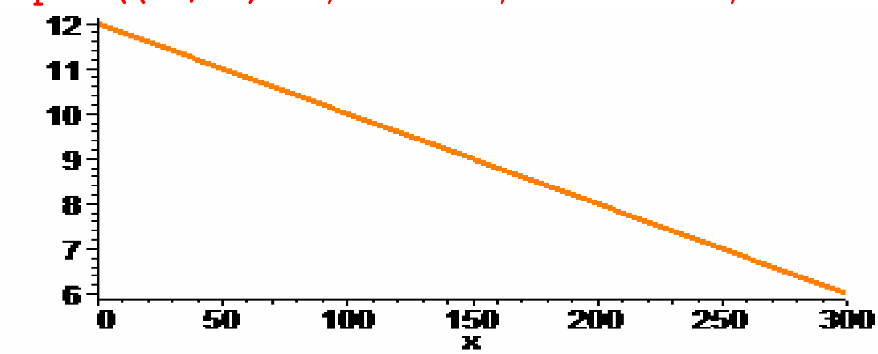
```
> plot(g(x),x=0..800,y=0..12,thickness=3);
>
```




```
> ma:=slope([100,10],[200,8]);
```

$$ma := \frac{-1}{50}$$

```
> plot((-x/50)+12,x=0..300,color=coral,thickness=3);
```



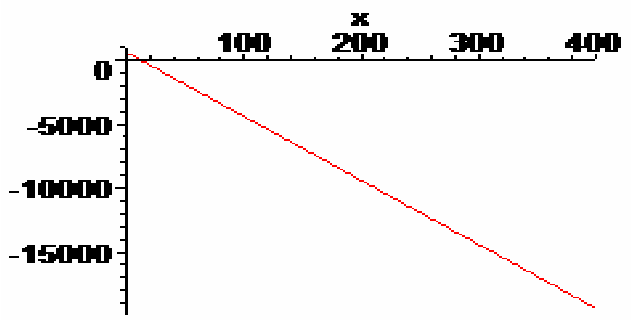

```
> with(student):
f:=makeproc([10,100],[8,200]);
```

$$f := x \to -50\,x + 600$$

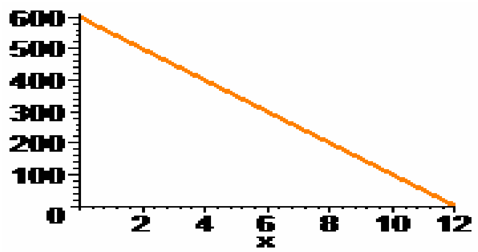
```
> ma1:=slope([10,100],[8,200]);;
```

$$ma1 := -50$$

```
> plot(f(x),x=0..400);
```




```
> plot(f(x),x=0..12,color=coral,thickness=3);
```




```
>
```

Soru

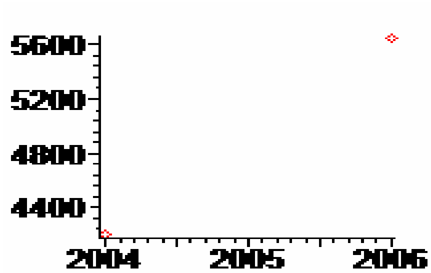
Fakültenin kantini 2004 yılında 4200 YTL 'lik satış ve 2006 yılında da 5650 YTL 'lik satış gerçekleştirmiştir.

Buna göre 2005 yılındaki satışı tahmin edebilir misiniz?

```
>
```

Tartışma

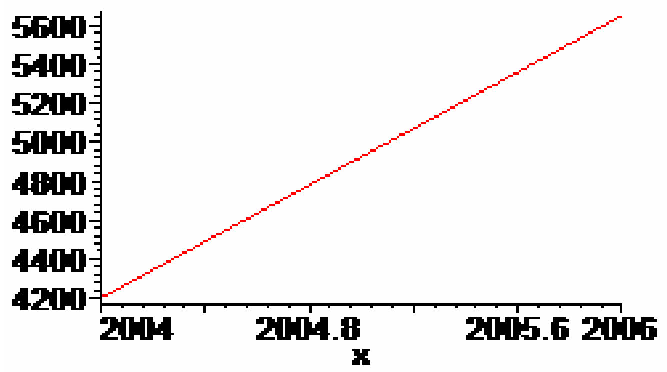
```
> restart:with(plots):
pointplot({[2004,4200],[2006,5650]},color=red);
Warning, the name changecoords has been redefined
```




```
> with(student):
f:=makeproc([2004,4200],[2006,5650]);
```

$$f := x \to 725\,x - 1448700$$

```
> plot(f(x),x=2004..2006);
```



\>

Soru

Arkadaşınız size gazetede gördüğü iki telefon firmasının ilanını gösteriyor. A firması, aylık sabit 20 YTL ve dakikası 100 kuruşa telefon servisi önermektedir. B firmasının aylık sabit ücreti yoktur ama dakikası 450 kuruştur.

Bu İki telefon firması hakkında neler söylenebilir?

```
> restart:
with(student):
f:=makeproc([,],[,]);
Error, `,` unexpected
```

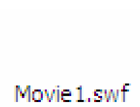
```
> for x from    to    do print (x,     ,     ) od;
>
```

Tartışma

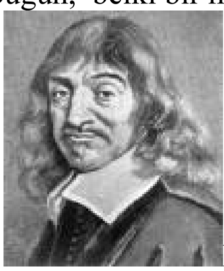
```
> for x from 30 to 65 do print
(x,0.450*x,evalf(20+x/10)) od;
>
```

Gözlem ve inceleme

GERÇEĞİ AKLIN IŞIĞIYLA ARA
Descartes



çift tıklayın aç tıklayın çalışsın.

17. yüzyıl Fransız bilgini René Descartes, bugün, belki bir matematikçiden ziyade bir filozof olarak daha iyi hatırlanmaktadır.  Fakat çoğumuz, bir P noktasını yerinin, onun (x, y) koordinatları ile belirtildiği 'kartezyen düzleme' aşinadır.

Öğrencilik yıllarında her zaman felsefe, fen ve matematik üzerine düşündüğünü ifade etmiştir.

1673 yılında 'Bilimde iyi muhakeme ve doğruyu arama metodu üzerine' adı tanınmış felsefik incelemesini yayınladı. Bu çalışmanın üç parçasından biri, geometriye yeni bir 'analitik' yaklaşımı ortaya koyar.

Descartes'in belli başlı fikri (ki aşağı yukarı aynı zamanda vatandaşı Pierre de Fermant tarafından yayınlanmış), bir denklem ve bu denklemin genellikle düzlemde bir eğri olan grafiği arasındaki bire-bir bir eşleme idi.

Böylece, denklem, eğriyi incelemek için ve tersine eğri denklemi incelemek için kullanılabildi.

>

Koordinat Düzlemi ve Doğrular

Öklid Geometrisinin, hiçbir özelliği olmayan iki boyutlu bir düzlem yüzeyini hayal edelim.

Reel sayıların ℝ doğrusunu yatay olarak seçelim.

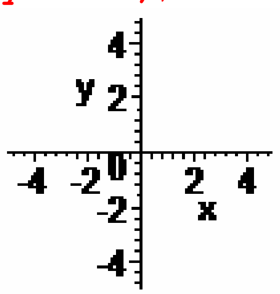
Bu doğruya sıfır noktasında dik olarak kesen ikinci doğruyu ℝ çizelim.

Yatay doğrunun sağ tarafına pozitif sayıları, sol tarafına da negatif sayıları yerleştirelim.

Dikey doğruların üzerindeki pozitif noktalar yatay doğrunun üzerinde, negatifler de altında gösterilsin.

Yatay doğru x -ekseni ve düşey doğru y - ekseni olarak adlandırılır.

```
> plot(0,x=-5..5,y=-5..5);
```



>

Açıklamalarınız:

İpucu

Bu ilave özelliklerle düzlem koordinat düzlemi olarak adlandırılır. Böylece düzlemde bulunan herhangi bir noktanın, bu noktanın koordinatları denilen bir sayı çifti (x , y) ile belirlenmesi artık mümkündür.

Bu düzlem üzerinde sağa ve sola doğru uzanan yatay bir çizgi X -ekseni yada *apsis ekseni* olarak alınır.

Başlangıç noktası O ve uzunluk birimi seçilir. Eksen, bu uzunluk birimi cinsinden, 0 sayısı başlangıç noktasına, $+x$ sayısı O noktasından x birim sağa, $-x$ sayısı O noktasından x birim sola gelecek şekilde bölümlenir.

Böylece X -ekseni üzerindeki noktalarla gerçel sayılar kümesi üzerinde birebir ilişki kurulmuş olur.

O noktasından geçen, aşağı ve yukarı sonsuza kadar uzanan ikinci bir dikey doğru alalım. Bu doğru Y -ekseni yada *ordinat ekseni* adını alır. Eksen, bu uzunluk birimi cinsinden, 0 sayısı başlangıç noktasına, +y sayısı O noktasından y birim yukarı, -y sayısı O noktasından y birim aşağıya gelecek şekilde bölümlenir.

X -ekseni üzerinde işaretlenen bir x noktasından geçen ve Y -eksenine pararlel bir doğru ile Y -ekseni üzerinde işaretlenen bir y noktasından geçen paralel bir doğrunun kesişim noktaları P (*x* , y) olarak belirtilir.

Tersine, eğer düzlemdeki bir P noktasından başlarsak bu noktadan eksenlere paralel doğrular çizebiliriz. Eğer bu doğrular X -eksenini *x*, Y -eksenini y noktasından keserse o zaman (*x* , y) sayı çifti düzlemdeki P noktasına karşılık geliyor denir ve P noktasının koordinatları (*x* , y) olarak gösterilir.

Soru

Şimdi düzlem üzerinde [4,1] , [2,-2] , [1,3] , [4,3] noktalarını yerleştirelim.

>

Tartışma

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-10..10,y=-10..10):
b:=pointplot({[],[],[],[]}):
display(a,b);
```

Gözlem

Noktayı şöyle belirleriz. Düzlemde bir nokta P ise, bu noktadan eksenlere dikmeler çizilir. Dikmelerden birinin *x*-eksenini

kestiği nokta P 'nin *x* -koordinatı (veya apsisi) x_1 ile, diğer dikmenin y - eksenini kestiği P'nin y- koordinatı (veya ordinatı) y_1 ile gösterilir. Bu sıralı (x_1, y_1) sayı çiftine P 'nin koordinat çifti veya basitçe *P'nin koordinatları* denir. Daha kısa ifade ile $P(x_1, y_1)$ noktası da diyoruz.

Bu koordinat sistemi dik koordinat sistemi veya kartezyen koordinat sistemi ismini alır. (Bu kullanım 1630'ların başında Matematikçi ve filozof René Descartes (1596 - 1650) tarafından herkesçe anlaşılır bir hale getirilmiştir)

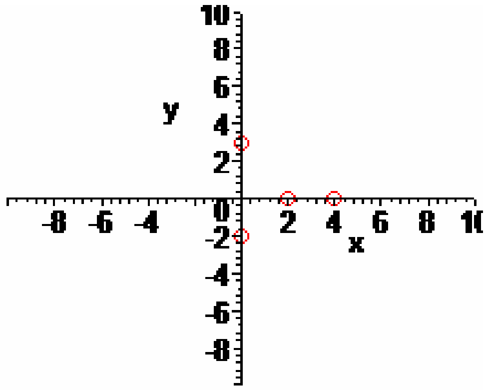
Böylece koordinatlanmış düzlem $\mathbb{R}x\mathbb{R} = \mathbb{R}^2$ ile gösterilir.

Koordinatların kulanımı kolaydır. Çünkü, $P(x_1, y_1)$ ve $Q(x_2, y_1)$ 'nun aynı noktayı göstermesi için gerek ve yeter koşul $x_1 = y_1$ ve $x_2 = y_2$ olduğunda aynı noktayı gösterir. Böylece P ve Q 'nun farklı iki nokta olması halinde P ve Q 'nun farklı apsislere hem de farklı ordinatlara sahip olunabileceği sonucuna ulaşılır.

Koordinat eksenlerinin kesiştiği (0 , 0) simetri noktası orijin adını alır.

http://en.wikipedia.org/wiki/Algebra#History sitesinde tarihsel süreci görecek bir çalışma bulabilirsiniz.

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-10..10,y=-10..10):
b:=pointplot({[4,0],[2,0],[0,3],[0,-
2]},thickness=3,color=red,axes=normal):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



\>

$(x,0)$ şeklindeki koordinata sahip noktalar x-ekseni üstünde yer aldı. Gerçi x reel sayısı geometrik olarak $(x,0)$ noktasıyla aynı olmamasına karşın bunların her ikisini de aynı düşünmemizin faydalı olacağı durumlar vardır.

\>

Soru

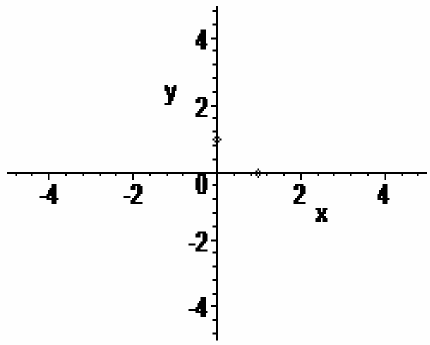
[0,1],[1,0] noktalarını düzlemde yerleştiriniz.

\>

Tartışma

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-5..5,y=-5..5):
b:=pointplot({[0,1],[1,0]}):
display(a,b);
```

```
Warning, the name changecoords has been redefined
```



\>

Soru

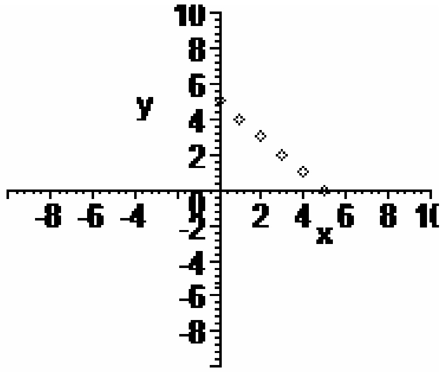
Şimdi siz toplamları 5 yapan *doğal sayıları* ***koordinat düzlemine yerleştiriniz.***

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-10..10,y=-10..10):
b:=pointplot({[],[],[],[],[],[]}):
display(a,b);
>
```

Tartışma

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-10..10,y=-10..10):
```

```
b:=pointplot({
[4,1],[1,4],[2,3],[3,2],[0,5],[5,0]}):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



>

Tartışma

Bu durumu düzgün doğrusal olarak nasıl açıklarsınız?

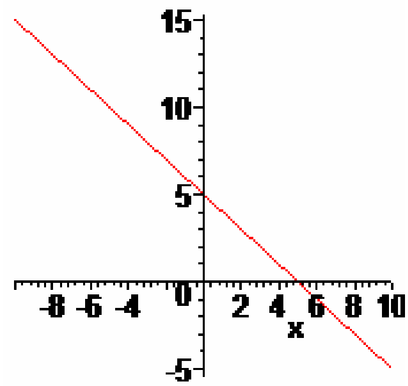
>

Tartışma

```
> restart:
with(student):
f:=makeproc([5,0],[0,5]);
```

$$f := x \to -x + 5$$

```
> plot(f(x),x=-10..10);
```



>

Soru

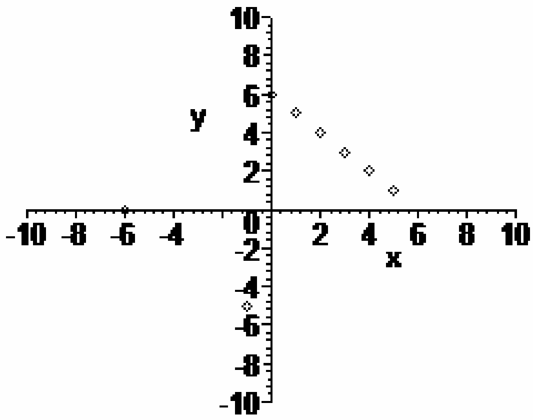
Toplamları 6 (ALTI) yapan tam sayıları koordinat düzleminde yerleştiriniz.s

>

Tartışma

>

```
> restart:with(plots):
a:=plot(0,x=-10..10,y=-10..10):
b:=pointplot({[-6,0],[-1,-
5],[0,6],[1,5],[2,4],[3,3],[4,2],[5,1]}):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



>

Denklem nedir (tartışma)

Denklem nedir grup arkadaşlarınızla tartışınız ve görüşlerinizi yazınız.

İnceleme

$a \neq 0$ ve a ve b gerçel sayılar olmak üzere $ax + b = 0$ biçimindeki açık önermelere bir bilinmeyenli birinci dereceden denklemler denir.

Bu açık önermeyi doğrulayan (varsa) x gerçel sayılarının kümesine denklemin çözüm kümesi denir.

Denklemin çözüm kümesi boş küme değilse, bu kümenin her bir elemanına denklemin bir kökü, çözüm kümesini bulmak için yapılan işleme de denklemi çözmek denir.

Araştırma

Resimleri inceleyiniz. Gördüklerinizi incelediğiniz son iki örnekle bağdaştırmaya çalışınız.

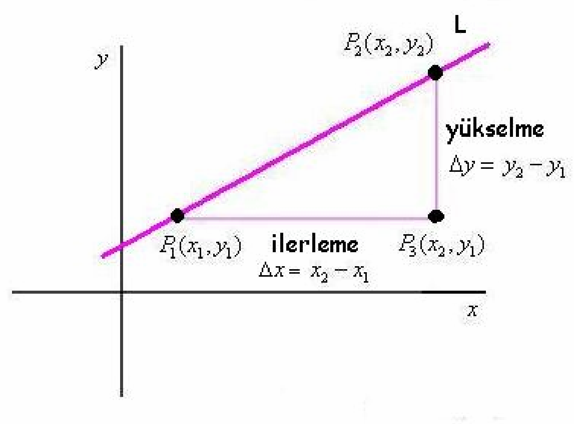
plot (   )

>

Araştırma

Şimdi amacımız verilen doğruların denklemlerini yazabilmektir. Eğer L koordinat düzleminde bir doğru ise biz düzlemdeki

(x,y) hakkında matematiksel bir cümle kurmak istiyoruz.



Bu eşitliğin (x,y), L üzerinde bir nokta olduğunda doğru, (x,y), L üzerinde bir nokta olmadığında yanlış olmasını istiyoruz. Bu denklemin (x,y) ve L 'nin kendisi tarafından belirlenecek bazı nümerik sabitler içereceği açıktır. Eğer bu denklemi yazmamız söz konusu ise bunda L 'nin eğimi kavramı esastır.

Bir doğrunun eğimini soldan sağa doğru yükseliş veya inişlerinin oranı olarak düşünelim.

Koordinat düzleminde dikey olmayan L doğrusu verilsin.

L üzerinde iki $P_1(x_1, y_1)$ ve $P_2(x_2, y_2)$ noktaları seçilsin.

P_1 ‘den P_2 ‘ye Δx ve Δy artımlarını gözönüne alalım.

$\Delta x = x_2 - x_1$ ve $\Delta y = y_2 - y_1$ ile tanımlıdır.

Fen Bilimlerinde Δx ilerleme, Δy yükselme şeklinde adlandırılır.

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad \text{….. (1)}$$

dikey olmayan L doğrusunun eğimi olarak tanımlanır.

(Bu durumda dikey olmayan L doğrusunun m eğimi $eğim = \dfrac{yükseliş}{ilerleyiş}$ diye hatırlama yardımcı olur).

Şimdi $P_0(x_0, y_0)$'ın m eğimli dikey olmayan L doğrusu üzerinde tespit edilmiş bir nokta olduğunu kabul edelim. L üzerinde herhangi bir diğer nokta $P(x, y)$ olsun. P_1 ve P_2 yerine P ve P_o uygulayalım. L 'nin diğer bütün noktalarında olduğu gibi $m = \dfrac{\Delta y}{\Delta x} = \dfrac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ eşitliğini hatırlarsak $m = \dfrac{y - y_o}{x - x_0}$ yani,

$$y - y_o = m(x - x_0) \quad \text{.................... (2)}$$

(x_0, y_0) noktasının bu denklemi (2) sağlaması nedeniyle bu denklem verilen L doğrusu için aranan denklem bu denklemdir.

Ek çalışma (Nokta - eğim denklemi)

$P(x, y)$ noktası ancak ve ancak koordinatları

$y - y_o = m(x - x_0)$ .... (2)

denklemini sağlaması halinde tespit edilmiş (x_0, y_0) noktasından geçen ve m eğimli doğru üzerindedir.

(x_0, y_0) noktasının koordinatlarının ve L 'nin m eğiminin doğrudan doğruya bu doğru üzerinde görülebilmesi sebebiyle (2) denklemi L 'nin "nokta - eğim " denklemi ismini alır.

>

Ek çalışma (Eğim - kesişim denklemi)

$P(x, y)$ noktası ancak ve ancak $y = mx + b$ .... (3)

denklemini sağlıyorsa m eğimli ve y eksenini b'de kesen doğru üzerindedir.

(6) ve (7) her iki denklemde de A, B ve C sabitler olmak üzere,

Ax + By = C .... *(4)*

lineer denklem şeklinde yazılabilir.

B sıfırdan farklı ise (4) denklemini B ile bölersek (3) denklemi şeklinde yazılabilir. Bu yüzden (4) denklemi y 'ye göre çözüldükten sonra x'in katsayısı eğimi gösterir.

Eğer B = 0 ise bu durumda (4) denklemi x = k (k sabit) dikey doğru denklemine indirgenir.

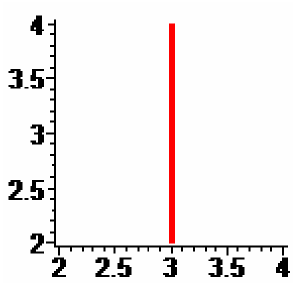
Soru

(3 , 2) ve (3 , 4) noktalarından geçen doğru denkleminin grafiğini çiziniz

>

Tartışma1

```
> restart:with(plots):
plot([[3,2],[3,4]],thickness=3,color=red,axes=normal
);
```



>

Ek bir bakış

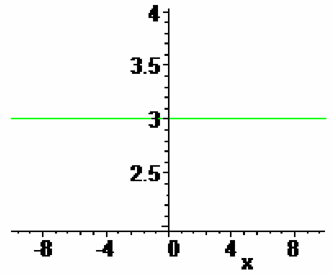
```
> restart:with(plottools):
d := line([3,2], [3,4], color=red, linestyle=1):
plots[display](d);
>
```

Bu çizimde yukarıdaki gibi ama farklı bir komut kullanıldı. Bu sizi şaşırtmasın. Kavramın üzerinde tartışırken yeniden konuşuruz.

>

Tartışma2

```
> plot(3,x=-10..10,color=green);
```



\>

Eğer A = 0 ve B sıfırdan farklı ise bu durmda y = h (h sabit) düşey doğru denklemine indirgenir.

\>

Böylece A = B = 0 dışında (8) denklemi her durumda bir doğru belirtir.

Aksine, koordinat düzleminde bütün doğrular düşey olsa bile (8) denklemine sahiptir.

\>

uygulama

Soru

Problem: İnek ve tavukların toplam sayısının 7 olduğu bir çiftlikte, bu hayvanların ayaklarının sayısı ise 20'dir. Acaba bu çiftlikte kaç inek ve kaç tavuk vardır?

```
> denk:={}
> solve
>
```

Tartışma

```
> denklemler := {x+y=7, 2*x+4*y=20};
```

$$denklemler := \{x + y = 7, 2\,x + 4\,y = 20\}$$

```
> cozum := solve( denklemler );
```

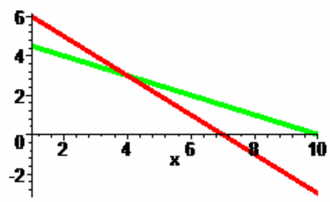
$$cozum := \{y = 3, x = 4\}$$

Çözümü kontrol edelim

```
> subs( cozum, denklemler );
```

$$\{7 = 7, 20 = 20\}$$

```
> plot([7-x,(20-2*x)/4],x=1..10,thickness=4);
```




```
> for x from 1 to 6 do print(x,7-x,(20-4*x)/2) od;
```

1, 6, 8
2, 5, 6
3, 4, 4
4, 3, 2
5, 2, 0
6, 1, -2

Modül 1 Analiz Öncesi

1. 2 FONKSİYON VE MATEMATİKSEL MODELLEME

Grup Elemanları:

1)……………………………….. Tarih:………………

2)………………………………..

3)………………………………..

Gözlem ve araştırma

Aşağıdaki animasyonları inceliyorsunuz. Bu incelemelerinizde bir bağıntı görmeye çalışmalısınız.

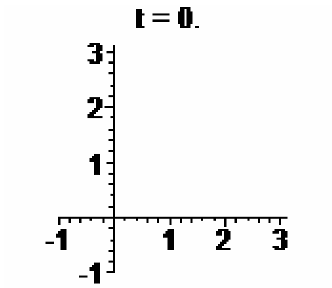
Lisans düzeyindeki çalışmalar kavramları elde etmeden ziyade daha çok bu kavramları sorgulamaya yöneliktir.

```
> > restart:with(plots):
```

İnceleme (Animasyon)

```
> with(plottools,rectangle):
box := proc(x,y,r) PLOT(rectangle([x,y],[y,x],color=blue)) end;
animate( box, [0,t,0.2], t=0..Pi, scaling=constrained, frames=100 );
```

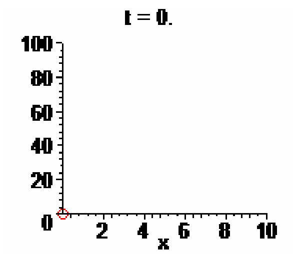
$box := \mathbf{proc}\ (x, y, r)\ \mathrm{PLOT}(\mathrm{rectangle}([x, y], [y, x], color = blue))\ \mathbf{end\ proc}$



>

İnceleme (animasyon1)

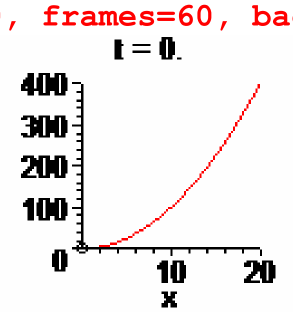
```
> restart:with(plots):
karealan := plot( x^2,x=0..10,color=white ):
animate( pointplot, [ [[t,t^2]],symbol=circle,symbolsize=15,color=red],
    t=0..10, frames=100, background=karealan );
Warning, the name changecoords has been redefined
```



>

inceleme(animasyon2)

```
> with(plots):
> karewave := plot( x^2,x=0..20 ):
animate( pointplot, [ [[t,t^2]],symbol=circle,symbolsize=10],
    t=0..20, frames=60, background=karewave );
```



>

Gözlem ve araştırma

İncelediğiniz animasyonlara ilişkin gözleminizi yazınız.
Ne değişti?

Tartışma

Kenar uzunluğu x birim olan karenin alanının değişimini inceledik.
Değişim kenar uzunluğuna göre gerçekleşir.

Kareli Kağıt üzerinde önce bir taslak çalışıp sonra maple çözüm için düşünün isterseniz.

>

Çözüm

```
> restart:with(plots):
f:=x->x^2;
> plot(f(x),x=0.1..5);
>
```

Şimdi nümerik incelemeyi gerçekleştirelim. hatırlatma: for x from ? to ? do print (x, f(x)) od;

>

Nümerik inceleme

```
> for x from 1 to 5 do print(x,f(x)) od;
```

1, 1
2, 4
3, 9
4, 16
5, 25

>

Gözlem ve araştırma

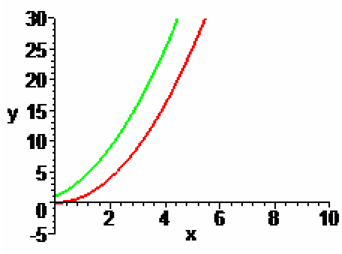
Karenin kenarını 1 birim arttırsaydık değişimi nasıl incelerdiniz?
Kareli kağıt üzerinde incelemenizi gerçekleştirin. movie2.swf

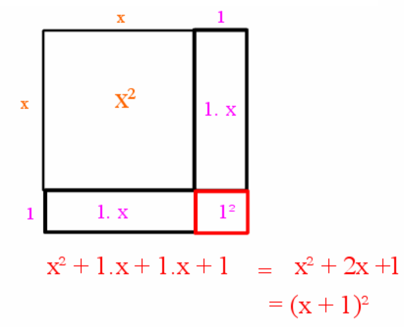
>

cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->x^2:g:=x->(x+1)^2:
Warning, the name changecoords has been redefined

> plot({f(x),g(x)},x=0..10,y=-5..30,thickness=2);
```





Gözlem ve araştırma

1 + 3 + 5 = ?
Bu sorunun cevabını bulurken nasıl bir yol izlersiniz?
sum kullanmaya ne dersiniz? sum yazıp F1 tuşu ile yardım da alabilirsiniz!
sum toplam
>

tartışma

```
> seq(2*n-1,n=1..3);
```

$$1, 3, 5$$

$$n^2$$

```
> a:=Sum('2*k-1','k'=1..n) = sum('2*k-1', 'k'=1..n);
```

$$a := \sum_{k=1}^{n} (2\,k - 1) = (n+1)^2 - 2\,n - 1$$

```
> simplify(a);
```

$$\sum_{k=1}^{n} (2\,k - 1) = n^2$$

>

Şimdi masanızda bulunan kareli kağıtları kullanarak uygun bir örüntü gerçekleştirebilir misiniz?

Aynı çalışmayı masaüstünde kayıtlı dosyayı mspaint'te açarak gerçekleştiriniz.

çift tıklayın Movie2.swf

Aynı örüntüyü cusianare bloklarını kullanarak gerçekleştirebilir misiniz?
>

Açıklama

$a_1, a_2, \ldots, a_n \in \mathbb{R}$ olduğuna göre bu sayıların $a_1 + a_2 + \ldots + a_n = \sum_{k=1}^{n} a_k$ biçiminde gösteririz.

ve "toplam k =1 'den n' ye kadar a_k biçiminde okuruz. İşaretine de SİGMA işareti denir.

A boş olmayan herhengi bir küme olmak üzere, her $f : \mathbb{N} \to A$ fonksiyonuna dizi denir.

$n \in \mathbb{N}$ için $f(n) = a_k$ ifadesine dizinin n. terimi yada genel terimi denir.

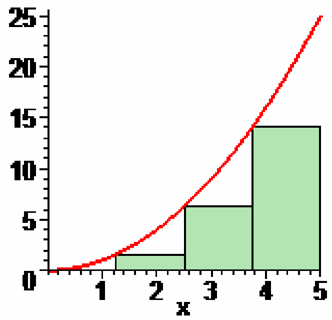
Eğer A gerçel sayılar ise dizi gerçel sayılar dizisi 'dir. Matrislerin kümesi ise matrisler dizisidir..

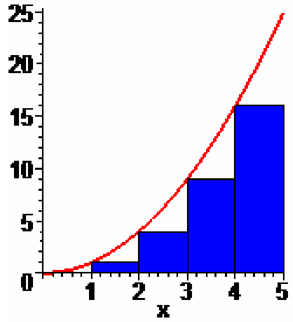
İnceleme

Aşağıdaki grafikleri inceleyiniz. İlerde bu tür grafikler üzerinde çalışmalar yapacaksınız.

```
> with(student):
leftbox(x^2, x=0..5, color=RED);
leftbox(x^2, x=0..5, 5, shading=BLUE);
```

```
leftsum(x^2, x=0..5, 5);
```





$$\sum_{i=0}^{4} i^2$$

\>

Gözlem ve araştırma

2 + 4 + 6 =?

Bu sorunun cevabını bulurken nasıl bir yol izlersiniz? sum ve yardım alın

\>

Tartışma

\>

```
> b:=Sum('2*k','k'=1..n) = sum('2*k', 'k'=1..n);
> simplify(b);
```

$$b := \sum_{k=1}^{n} (2\,k) = (n+1)^2 - n - 1$$

$$2\left(\sum_{k=1}^{n} k\right) = n^2 + n$$

\>

Şimdi masanızda bulunan kareli kağıtları kullanarak uygun bir örüntü gerçekleştirebilir misiniz?

Aynı çalışmayı masaüstünde kayıtlı dosyayı mspaint 'te açarak gerçekleştiriniz. Movie6.swf

\>

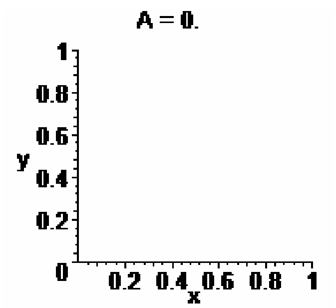
Gözlem ve araştırma

Aşağıdaki animasyonu inceleyiniz. Gözleminizi yazınız. ne değişiyor?

```
> restart:with(plots):
```

```
curve := implicitplot( x^2+y^2-1, x=0...1, y=0...1, color=white ):
animate( implicitplot, [x^2+y^2-A,x=0..1,y=0..1],
         A=0..1, background=curve );
```

Warning, the name changecoords has been redefined



>

Gözleminizi karşılaştırırınız.

Tartışma

I. Bölgedeki çeyrek dairenin alanının değişimi x yarıçapına göre gerçekleşir?

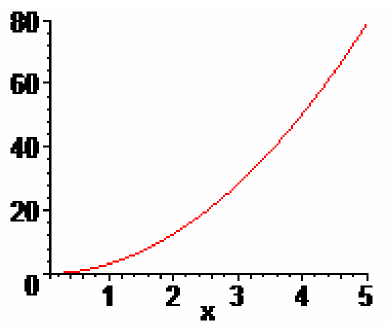
π Pi sayısının yazılımında P harfi büyük yazılacaktı. hatırladınız mı?

```
> restart:with(plots):
g:=x->Pi*x^2;
```

Warning, the name changecoords has been redefined

$$g := x \to \pi\, x^2$$

```
> plot(g(x),x=0.1..5);
```




```
> for x from 0.1 to 5 do print(x,g(x)) od;
```

$$0.1, 0.01\,\pi$$
$$1.1, 1.21\,\pi$$
$$2.1, 4.41\,\pi$$
$$3.1, 9.61\,\pi$$
$$4.1, 16.81\,\pi$$

>

Gözlem ve araştırma

Çevresi 100 birim olan dikdörtgenlerden en büyük alana sahip olan dikdörtgeni kaç birimdir?

sorusu ile karşılaştığınızda neyi nasıl, niçin incelersiniz?

\>

ipucu

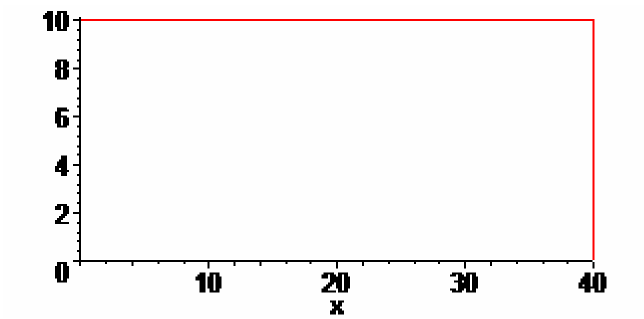
Bir zamanlar moda bilmece vardı? Elinizi kaldırmadan bir mektup zarfı çizebilir misiniz? :) Dikdörtgen ve üçgenin birleşimi?

Şimdi elimizi kaldırmadan yalnızca bir dikdörtgen çizeceğiz.

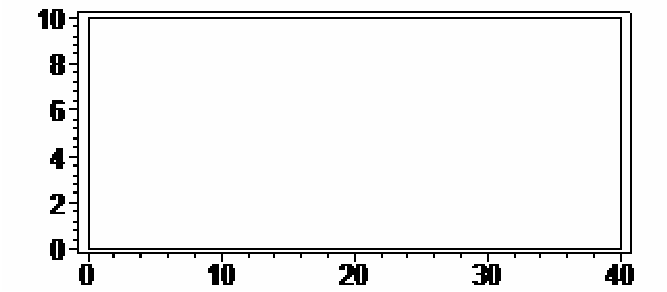
```
>
> restart:with(plots):
plot([[,],[,],[,],[,]],x= ..  );
>
```

Tartışma

```
> restart:with(plots):
plot([[0,0],[0,10],[40,10],[40,0]],x=0..40);
Warning, the name changecoords has been redefined
```




```
>
> with(plots):
ddortgen := [[0,0],[0,10],[40,10] ,[40,0]]:
polygonplot(ddortgen,axes=boxed);
```



\>

kısa kenarı 10 birim uzun kenarı 40 birim bir dikdörtgen çizdik. Değişik çizimler mümkün müdür?. Tartışınız.

Soruya dönelm.

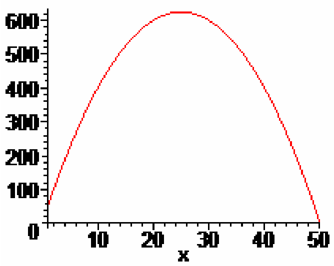
Çevresi 100 birim olan dikdörtgenlerden en büyük alana sahip olan dikdörtgen kaç birimdir? Hadi bakalım?

Tartışma

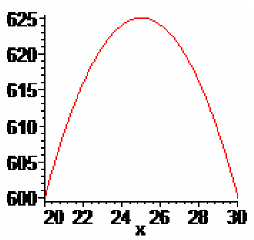
```
> restart:with(plots):
d:=x->x*(50-x);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$d := x \to x\,(50 - x)$$

```
> plot(d(x),x=1..50);
```



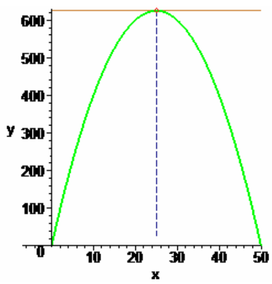

```
> plot(d(x),x=20..30);
```



Şekli tartışınız

```
> a := 25; b := 625;
  display( plot( -(x-a)^2 + b, x = 0..50,y = -1..630,thickness = 2, color = green),
  plot( [[a,625],[a,25]], x = 0..50, y = -1..630, color = navy, linestyle = 3),
  plot( b, x=0..50, color = gold, linestyle= 3),
  plot( {[a,b]}, x=-7..7, color = red, style=point));
```

$$a := 25$$
$$b := 625$$



\>

Gözlem ve araştırma

Bir çiftçinin bir kenarı nehir boyunca dikdörtgen biçiminde bir otlağı var. Bu dikdörtgen biçiminde otlağın üç kenarı 220 metre çitle çevrilidir.

Bu otlağın alanı en büyük kaç birim olabilir tartışınız.

```
> restart:with(plots):
```

Tartışma

Dikdörtgenin uzun kenarına x , kısa kenarına y dersek alan $A = x\,y$ olur.

```
> restart:with(plots):
Warning, the name changecoords has been redefined
```

```
> A:=x*y;
```

$$A := x\,y$$

```
> x+2*y=220;
```

$$x + 2\,y = 220$$

```
> solve(y+2*x=220,y);
```

$$-2\,x + 220$$

```
> (-2*x+220)*x;
```

$$(-2\,x + 220)\,x$$

Bu formül A alanını x uzunluğunun bir formülü olarak ifade eder.

>

Grafik İnceleme

Elde ettiğimiz bu fonksiyondaki değişimi inceleyelim.
İncelemeye fonksiyonun tanım kümesi ile başlayabiliriz.

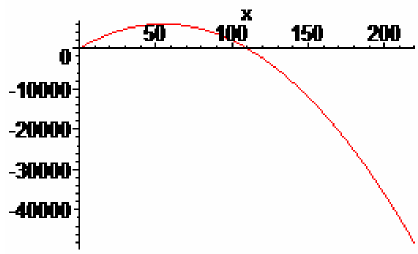
>

Tartışma

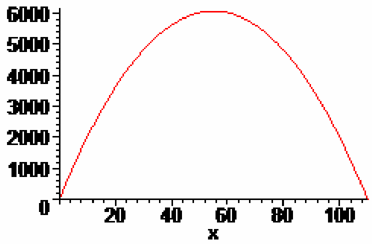
```
> restart:with(plots):
f:=x->(-2*x+220)*x;
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$f := x \rightarrow (-2\,x + 220)\,x$$

```
> plot(f(x),x=0..220);
```




```
> plot(f(x),x=0..110);
```

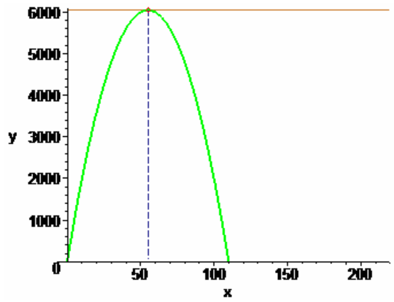


Şekli tartışınız

```
> restart:with(plots):
a := 55; b := 6050;
   display( plot( -2*(x-a)^2 + b, x = 0..220,y
=0..6100,thickness = 2, color = green),
   plot( [[a,6050],[a,55]], x = 0..220, y =0..6100,
color = navy, linestyle = 3),
   plot( b, x=0..220, color = gold, linestyle= 3),
   plot( {[a,b]}, x=-7..7, color = red,
style=point));
```

```
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$a := 55$$
$$b := 6050$$



\>

Nümerik inceleme

İncelemeleriniz tablo ile nasıl sürdürürsünüz?

```
> for x from   to   do print(x,f(x)) od;
```

Tartışma

```
> for x from 40 to 55 do print(x,f(x)) od;
```

40, 5600
41, 5658
42, 5712
43, 5762
44, 5808
45, 5850
46, 5888
47, 5922
48, 5952
49, 5978
50, 6000
51, 6018
52, 6032
53, 6042
54, 6048
55, 6050

```
> for x from 50 to 60 do print(x,f(x)) od;
```

50, 6000
51, 6018
52, 6032
53, 6042
54, 6048
55, 6050
56, 6048
57, 6042
58, 6032
59, 6018
60, 6000

>

<u>Soru</u>

Bir futbol sahasının etrafına bir atletizm pisti inşa edilmiştir.

Bu inşada sahanın kısa kenarının her iki tarafına kısa kenarı çap kabul eden yarım çemberler çizilmiştir.

Eğer sahanın çevresi 400 metre olursa sahanın alanını çizilen yarım çemberlerin yarıçapı cinsinden nasıl ifade edersiniz?

İncelemenizi cebirsel-sembolik, grafik ve tablo olarak tartışınız. maplet3' ü çalıştırınız.

>

Çözüm

```
> restart:with(plots):
A:=x*2*r+Pi*r^2;
```

$$A := 2\,x\,r + \pi\,r^2$$

```
> C:=2*x+2*Pi*r;
```

$$C := 2\,x + 2\,\pi\,r$$

```
> solve({C=400},{x});
```

$$\{x = -\pi\,r + 200\}$$

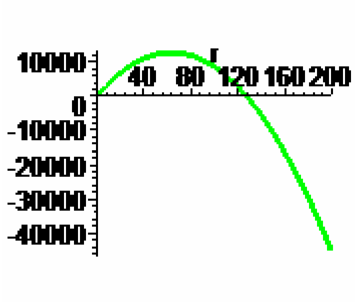
```
> A:=((-Pi*r+200)*2*r+Pi*r^2);
```

$$A := 2\,(-\pi\,r + 200)\,r + \pi\,r^2$$

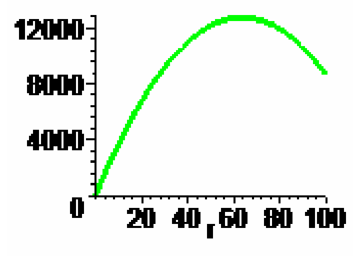
```
> simplify(A);
```

$$-\pi\,r^2 + 400\,r$$

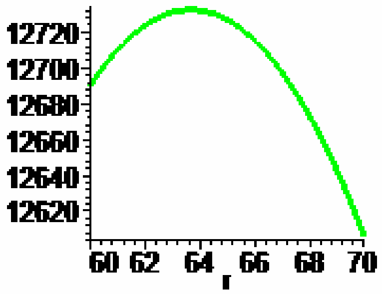
```
> plot(-Pi*r^2+400*r,r=0..200,color=green,thickness=3);
```




```
> plot(-Pi*r^2+400*r,r=0..100,color=green,thickness=3);
```




```
> plot(-Pi*r^2+400*r,r=60..70,color=green,thickness=3);
```




```
> for r from 60 to 70 do print(r,evalf(-Pi*r^2+400*r)) od;
```

60, 12690.26645
61, 12710.13373
62, 12723.71784
63, 12731.01876
64, 12732.03649
65, 12726.77104
66, 12715.22240
67, 12697.39058
68, 12673.27557
69, 12642.87737
70, 12606.19600

```
> for r from 62 to 68 do print(r,evalf(-Pi*r^2+400*r)) od;
```

62, 12723.71784
63, 12731.01876
64, 12732.03649
65, 12726.77104
66, 12715.22240
67, 12697.39058
68, 12673.27557

>

Gözlem ve araştırma

$f(x) = 3\,x^2 - 4\,x + 1$ fonksiyonunu inceleyiniz.

x -eksenini kestiği noktaları, nerede negatif, nerede pozitif olduğunu araştırınız.

>

Tartışma

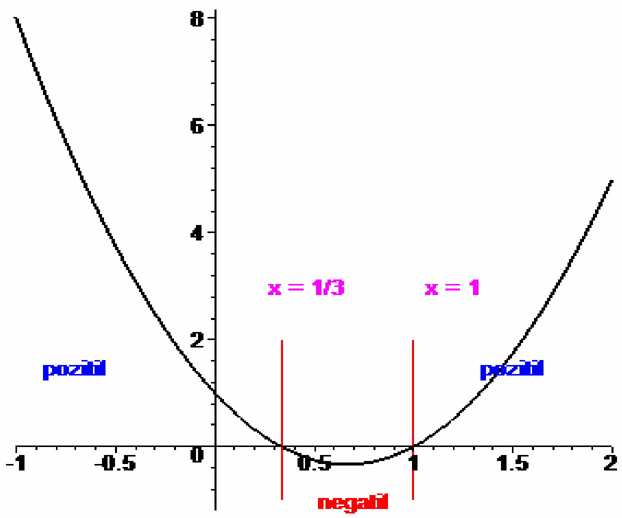
```
> restart:with(plots):
Warning, the name changecoords has been redefined

> f:=x->3*x^2-4*x+1;
factor(f(x));
```

$$f := x \to 3\,x^2 - 4\,x + 1$$

$$(3\,x - 1)\,(x - 1)$$

```
> a1:= plot(f(x), x = -1..2, color=
black,thickness=2):
> b1:= plot([1/3,t,t = -1..2], color = red):
> c1:= plot([1,t,t = -1..2], color = red):
> d1:= textplot([.7,-1,`negatif`], color = red):
> g1:=textplot([-.7,1.5,`pozitif`], color = blue):
> h1:=textplot([1.5,1.5,`pozitif`], color = blue):
> e1:= textplot([.27,3,`x = 1/3`], color = magenta,
align = RIGHT):
> f1:= textplot([1.2,3,`x = 1`], color = magenta):
> display({a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1});
```



\>

Eksenleri kesen noktalar nasıl bulunucak?

```
> solve(f(x)=0,x);
```

$$1, \frac{1}{3}$$

```
> subs( x=0, f(x) );f(0);# ikisinden birisini tercih
ederiz
```

$$1$$
$$1$$

\>

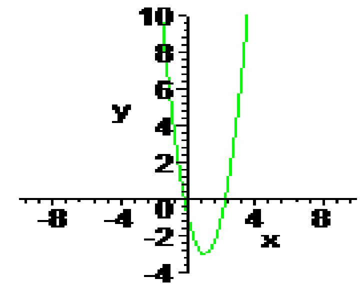
Gözlem ve araştırma

$y = 2x^2 - 4x - 1$ ikinci dereceden fonksiyonu araştırınız.

```
> with(student):
completesquare(2*x^2-4*x-1);
```

$$2\,(x-1)^2 - 3$$

```
> plot(2*(x-1)^2-3,x=-10..10,y=-4...10,color=green);
```



>

Gözlem ve araştırma

Yukarıdaki soruda araştırdığınız bu ikinci derece denklemi köklerini bulma ve tepe noktası ile belirleme yollarını nasıl araştırırsınız?

>

Tartışma

>

f : R -> R , $f(x)=a\,x^2+b\,x+c$ ***fonksiyonunda*** $r=-\frac{b}{2\,a}$ ***ve*** $k=\frac{4\,a\,c-b^2}{4\,a}$ ***olmak üzere***

T (r , k) noktasına parabolün tepe noktası denir.

$y=f(x)\;=\;a\,x^2+b\,x+c$ fonksiyonunu gözönüne alalım.

$$\frac{f}{x}=a\left(x^2+\frac{b\,x}{a}+\frac{c}{a}\right)\;=\;a\left(x^2+\frac{b\,x}{a}+\frac{b^2}{4\,a^2}-\frac{b^2}{4\,a^2}+\frac{c}{a}\right)$$

$$=a\left(\left(x+\frac{b}{2\,a}\right)^2+\frac{4\,ac-b^2}{4\,a^2}\right)\;=\;a\left(x+\frac{b}{2\,a}\right)^2+\frac{4\,a\,c-b^2}{4\,a}\;=$$

$$a\left(x-\left(-\frac{b}{2\,a}\right)\right)^2+\frac{4\,a\,c-b^2}{4\,a}$$

Burada, $-\frac{b}{2\,a}=r$ ve $\frac{4\,a\,c-b^2}{4\,a}$ = k olarak alınırsa; y = $f(x)$ = $a\,(x-r)^2+k$ biçimine dönüşür.

1. y = $f(x)\;=\;a\,(x-r)^2+k$ denkleminde, f (r) =k dır.

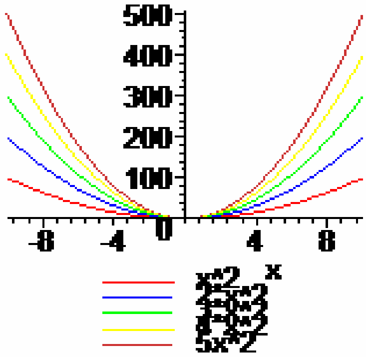
```
> restart:solve(a*x^2+b*x+c=0,x);
```

$$\frac{-b+\sqrt{b^2-4\,a\,c}}{2\,a},\;\frac{-b-\sqrt{b^2-4\,a\,c}}{2\,a}$$

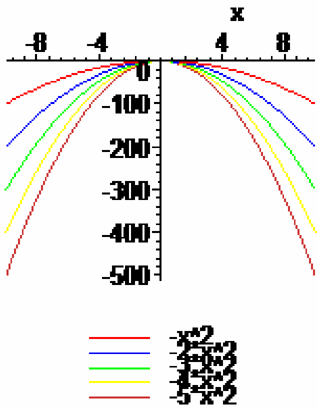
Gözlem ve tartışma

Aşağıdaki grafiklerde incelemenizi yapınız ve düşüncelerinizi yazınız.

```
> restart:with(plots):
a:=plot(x^2,x=-10..10,color=red,legend="x^2"):
b:=plot(2*x^2,x=-10..10,color=blue,legend="2*x^2"):
c:=plot(3*x^2,x=-10..10,color=green,legend="3*x^2"):
d:=plot(4*x^2,x=-
10..10,color=yellow,legend="4*x^2"):
e:=plot(5*x^2,x=-10..10,color=orange,legend="5x^2"):
display(a,b,c,d,e);
Warning, the name changecoords has been redefined
```




```
> restart:with(plots):
a:=plot(-x^2,x=-10..10,color=red,legend="-x^2"):
b:=plot(-2*x^2,x=-10..10,color=blue,legend="-
2*x^2"):
c:=plot(-3*x^2,x=-10..10,color=green,legend="-
3*x^2"):
d:=plot(-4*x^2,x=-10..10,color=yellow,legend="-
4*x^2"):
e:=plot(-5*x^2,x=-10..10,color=orange,legend="-
5*x^2"):
display(a,b,c,d,e);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



\>

Gözlem ve tartışma

1- $y = a\,x^2$ fonksiyonunun grafiğinin (1 , 3) noktasından geçmesi için a ne olmalıdır?

Cevap

```
> restart:
y:=a*x^2;
```

$$y := a\,x^2$$

```
> x:=1;y:=3;
```

$x := 1$

$y := 3$

```
> a:=y/(x^2);
```

$a := 3$

Soru

2- $y = a\,x^2$ fonksiyonunun grafiğinin (2 , -1) noktasından geçmesi için a ne olmalıdır?

3- Grafiği (0 , -1) noktasından geçen $y = a\,x^2$ şeklinde bir fonksiyon var mıdır?

4- $f(x) = 3\,x^2$ reel sayılarda tanımlı olsun. Bu fonksiyonun görüntü kümesinin bir en küçük elemanı var mıdır

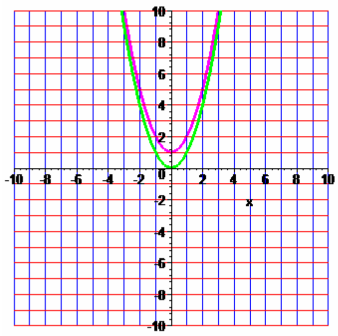
Soru

$y = x^2$ ve $y = x^2 + 1$ fonksiyonlarının grafiklerini çizdiriniz.

Bu iki grafik arasında bir ilişki var mıdır?

cevap

```
> restart:with(plots):
a:=plot(x^2,x=-10..10,color=green,thickness=3,axes=normal):
c:=plot(x^2+1,x=-10..10,color=magenta,thickness=3,axes=normal):
b:=coordplot(cartesian,scaling=unconstrained,axes=normal):
display(a,b,c);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Soru

1- $y = a\,x^2 + p$ nin grafiğinin grafiğinin (0,3) ve (1,4) noktalarından geçmesi için a ve p ne olmalıdır?

\>

2- $y = -x^2 + 1$ fonksiyonunun alacağı e küçük değer nedir?

3- Bir grafiğin y eksenini kestiği noktayı nasıl bulursunuz?.

4- Bir grafiğin x eksenini kestiği noktayı nasıl bulursunuz?.

\>

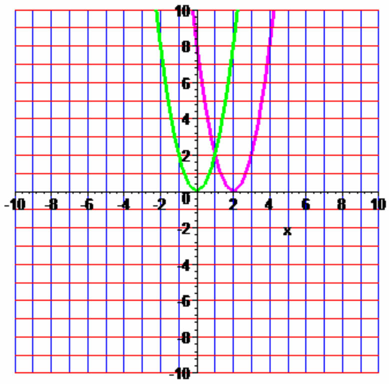
Soru

$y = 2\,(x-2)^2$ nin grafiğini çizdiriniz. Bu grafikle $y = x^2$ 'nin grafiği arasında bir ilişki kurulabilir mi?

>

Cevap

```
> restart:with(plots):
a:=plot(2*x^2,x=-10..10,color=green,thickness=3,axes=normal):
c:=plot(2*(x-2)^2            ,x=-10..10,color=magenta,thickness=3,axes=normal):
b:=coordplot(cartesian,scaling=unconstrained,axes=normal):
display(a,b,c);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



>

Soru

$y = 2\,(x+3)^2$ fonksiyonunun grafiğini çizdiriniz. Bu grafikle $y = x^2$ nin grafiği arasında bir ilişki kurulablir mi?

>

Sorular

1- $y = a\,x^2 + p$ nin grafiğinin grafiğinin (0,3) ve (1,4) noktalarından geçmesi için a ve p ne olmalıdır?

>

2- $y = -x^2 + 1$ fonksiyonunun alacağı e küçük değer nedir?

3- Bir grafiğin y eksenini kestiği noktayı nasıl bulursunuz?.

4- Bir grafiğin x eksenini kestiği noktayı nasıl bulursunuz?.

Gözlem ve tartışma

Aşağıdaki çalışmaları inceleyin. Görüşlerinizi paylaşınız

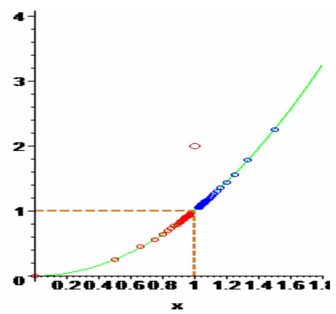
>

```
> restart;with(plots):
> f := x ->x^3/x;    a := 1:    left := 0:    right :=1.8:
>
```

```
    display([pointplot]({[1,2]},symbol=circle,symbolsize
=15,color=brown),

    plot( f(x),  x = left..right, color = green),
    plot(   {[[1,0],[1,1]],[[0,1],[1,1]]   },      x   =
left..right,
    linestyle=3,color = gold, thickness = 2),plot([[ a -
1/n, f(a - 1/n)] $n=1..40], x= left..right,style=point,
symbol=circle, color = red),plot(  [[ a+1/n, f(a + 1/n)]
$n=1..40],  x  =  left..right,style=point,  symbol=circle,
color = blue));
    >
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$f := x \to \frac{x^3}{x}$$



\>

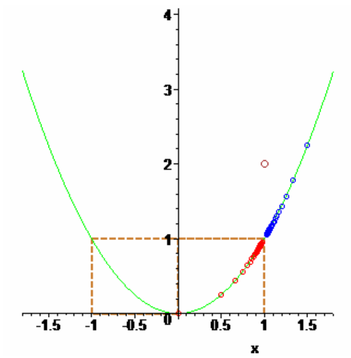
Gözlem ve tartışma

Şekildeki grafiği inceleyiniz.

```
>
> restart;with(plots):
> f  := x ->x^3/x;    a  := 1:    left  := 0:    right
:=1.8:
>
    display([pointplot]({[1,2]},symbol=circle,symbolsize
=15,color=brown),

    plot( f(x),  x = -right..right, color = green),
    plot(     {[[1,0],[1,1]],[[0,1],[1,1],[0,1],[0,0],[-
1,0],[-1,1],[0,1]] },  x = -right..right,
    linestyle=3,color = gold, thickness = 2),plot([[ a -
1/n, f(a - 1/n)] $n=1..40], x= left..right,style=point,
symbol=circle, color = red),plot(  [[ a+1/n, f(a + 1/n)]
$n=1..40],  x  =  left..right,style=point,  symbol=circle,
color = blue));
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$f := x \to \frac{x^3}{x}$$



>

(-1, 1) ve (1,1) noktaları düzlemde nerede yer alır? (-x, y) ve (x, y) noktalarını genel düşünürsek elinizdeki kareli kağıda çizerek tartışınız. Bu durumda hangi matematiksel ilişki düşünülür?

>

Tartışma

$\mathrm{f}(x) = \mathrm{f}(-x)$ olduğu için fonksiyonda y - eksenine göre simetri vardır.

Bu özelliği sağlayan fonksiyonlara çift fonksiyon denir.

Gözlem ve tartışma

Bir parabolle bir doğrusal fonksiyonun birbirlerine göre durumlarını inceleyiniz. Kaç değişik durum ortaya çıkar.

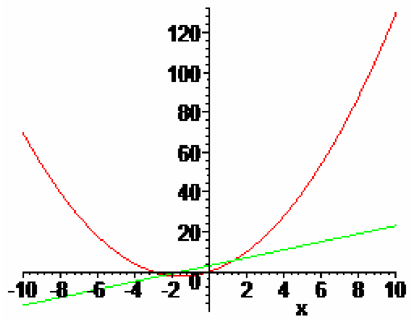
>

Tartışma

Aşağıdaki grafikleri inceleyelim.

>

```
> restart:with(plots):
a:=plot(2*x+3,x=-10..10,color=green):
b:=plot(x^2+3*x,x=-10..10):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



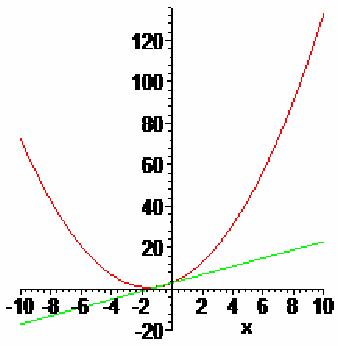
>

```
> restart:with(plots):
f:=x->x^2+3*x:
fsolve(f(x)=2*x+3,x=-3 ..3);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$-2.302775638,\ 1.302775638$$

>

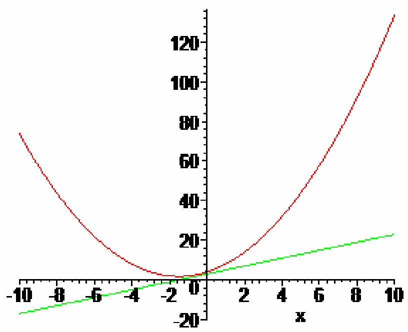
```
> restart:with(plots):
a:=plot(2*x+3,x=-10..10,color=green):
b:=plot(x^2+3*x+3,x=-10..10):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```




```
>
> restart:with(plots):
f:=x->x^2+3*x+3:
fsolve(f(x)=2*x+3,x=-3 ..3);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

-1., 0.

```
>
> restart:with(plots):
a:=plot(2*x+3,x=-10..10,color=green):
b:=plot(x^2+3*x+4,x=-10..10):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



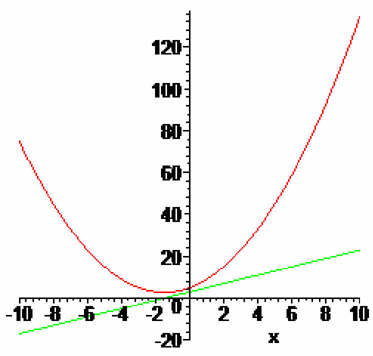

```
>
> restart:with(plots):
f:=x->x^2+3*x+4:
fsolve(f(x)=2*x+3,x=-3 ..3);
Warning, the name changecoords has been redefined

> restart:with(plots):
f:=x->x^2+3*x:
fsolve(f(x)=1,x=-3 ..3);
```

```
Warning, the name changecoords has been redefined
```

0.3027756377

```
> restart:with(plots):
a:=plot(2*x+3,x=-10..10,color=green):
b:=plot(x^2+3*x+5,x=-10..10):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Modüle 1 Analiz Öncesi

Giriş

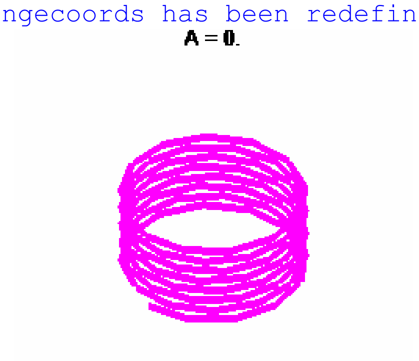
Çalıştırın ve fare+sağ tuş ve animate

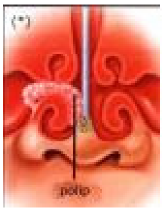
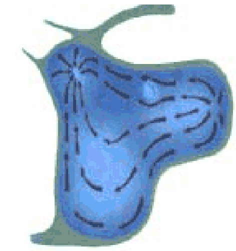
$$\frac{1}{n}\sin x = ?$$

$$\frac{1}{\cancel{n}}\,\text{si}\cancel{n}\,x =$$

$$six = 6$$

```
> restart:with(plots):
opts := thickness=5, numpoints=100, color=magenta:
animate( spacecurve, [[cos(t),sin(t),(2+sin(A))*t],
                     t=0..50, opts], A=0..8*Pi );
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Fonksiyonlar ve Matematiksel Modelleme

Diğer kısımlarda incelediğimiz elementer fonksiyonların incelenmesini sürdürerek, analizde çok bilinen cebirsel olmayan fonksiyonları tekrar gözden geçirelim. Bu, fonksiyonlar, zaman geçtikçe farzedilen miktarları ihtiva eden periyodik olayları

gel , git olayları - modellemek için kullanılan trigonometrik Fonksiyonlar

ve zaman geçtikçe kararlı bir şekilde *artan veya azalan* miktarları ihtiva eden artma ve azalma olaylarını modellemek için kullanılan *üstel ve logaritmik* fonksiyonlardır.

Oyuncak trenin tekerleğindeki hareketi

inceliyoruz. 

```
> restart:with(plots):
Warning, the name changecoords has been redefined

> with(plottools,line):
F := proc(t)
  plots[display](
      line([-2,0],[cos(t)-
2,sin(t)],color=blue,thickness=2),
      line([cos(t)-
2,sin(t)],[t,sin(t)],color=blue,thickness=2),
      plot(sin(x),x=0..t,view=[-3..7,-
5..5]),thickness=3,color=coral );
end:
animate(F,[theta],theta=0..2*Pi,
         background=plot([cos(t)-
2,sin(t),t=0..2*Pi]),
         scaling=constrained,axes=none);
```

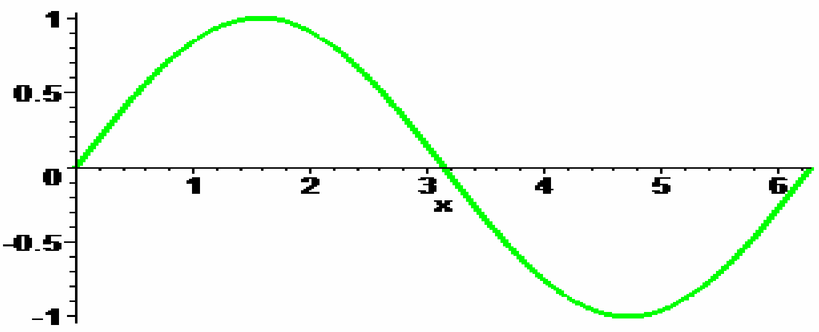
>

Şimdi y = sin$x$ fonksiyonunun grafiğini çizdirelim.

```
> restart:with(plots):
s:=x->sin(x);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

$$s := x \to \sin(x)$$

```
> plot(s(x),x=0..2*Pi,color=green,thickness=3);
```



>

Yukarıdaki fonksiyonun çiziminde şimdi tanım ve değer kümeleri üzerinde değişimler yaparak incelemelerde bulununuz.

Örneğin $-2\pi \;..\; 2\pi$ arasında incelemeye ne dersiniz?

> Gözlem ve inceleme

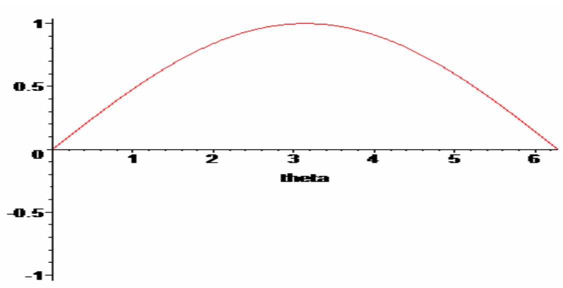
Aşağıdaki animasyonları gözleyiniz. Ne nasıl değişiyor?

```
> restart:with(plots):
Warning, the name changecoords has been redefined

> y := A*sin(f*theta);
```

$$y := A \sin(f\,\theta)$$

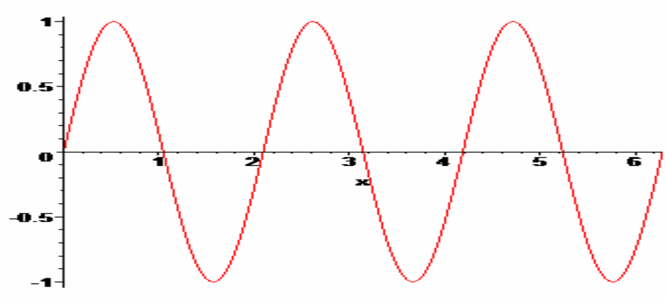
```
> with(plots):
animate(subs(A=1, y), theta=0..2*Pi, f=0.5..3);
```



>

Şimdi yukarıdaki grafikle aşağıdaki fonksiyonların grafiğini karşılaştırınız.

```
>
> plot(sin(3*x),x=0..2*Pi);
```



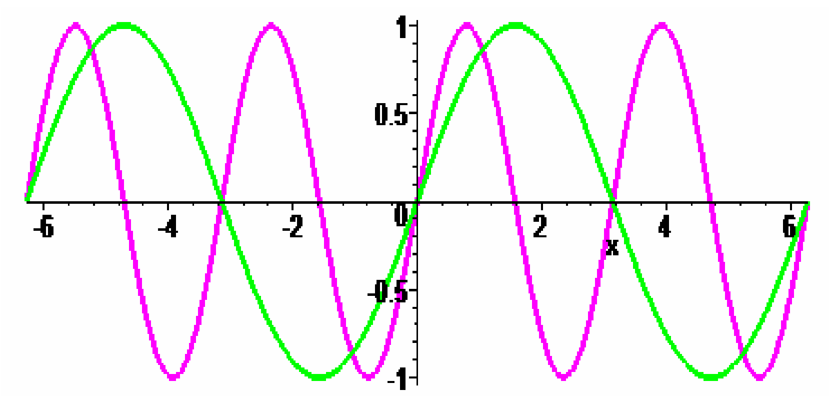
\>

f(x) = sin(x); g(x) = sin(2x) alarak bir inceleme gerçekleştiriniz.

\>

Cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->sin(x):a:=plot(f(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=green,thickness=3):
g:=x->sin(2*x):b:=plot(g(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=magenta,thickness=3):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



\>

Her ikisinde de tanım kümesi -6 <= x <= 6 arasında. Değer kümesi ise sin(x); -1 ve + 1 arasında değişir,

sin(2*x) ise periyot nasıl değişir?

Bu durumda periyot; $f(x+t) = f(x)$ den

$$f(2(x+T)) = f(\sin(2x))$$

$$\text{--->} \sin(2(x+T)) = f(\sin(2x+2\pi))$$

$$\text{-->} \sin(2x+2T) = \sin(2x+2\pi)$$

$$2T = 2\pi \text{ --->} T = \frac{2\pi}{2} \text{ elde edilir.}$$

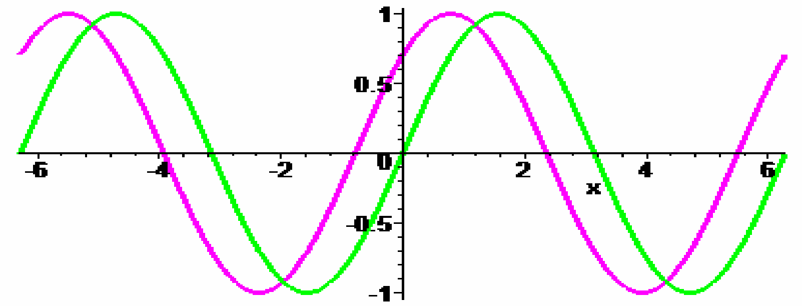
Bu yüzden sin(2*x) ; sin(x) den 2 defa daha fazla salınır.

f(x) = sin(x); g(x) = sin(x + $\frac{\pi}{4}$) alarak bir inceleme gerçekleştiriniz.

>

Cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->sin(x):a:=plot(f(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=green,thickness=3):
g:=x->sin(x+Pi/4):b:=plot(g(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=magenta,thickness=3):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Tanım ve değerkümelerini incelersek; f(x) =sin(x) , -6 ve +6 arasında salınırken; mor renkli olan grafik yani g (x) = sin(x + π /4) , π /4 kadar sola ötelenmiştir.

Ohalde x; x + c olduğunda grafik sol tarafa yatay c kadar ötelenir.

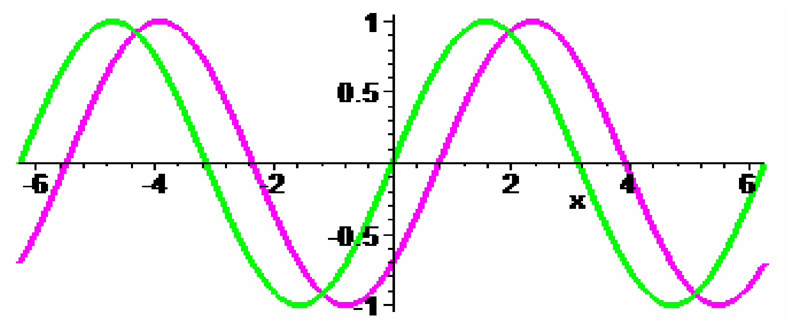
Bu ara değer kümesinin -1 ve +1 aralığında değiştiğini unutmayalım.

Soru

Grafiği sağ tarafa $\frac{\pi}{4}$ ötelemeniz için ne yapmanız gerekir?

Cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->sin(x):a:=plot(f(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=green,thickness=3):
g:=x->sin(x-Pi/4):b:=plot(g(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=magenta,thickness=3):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```

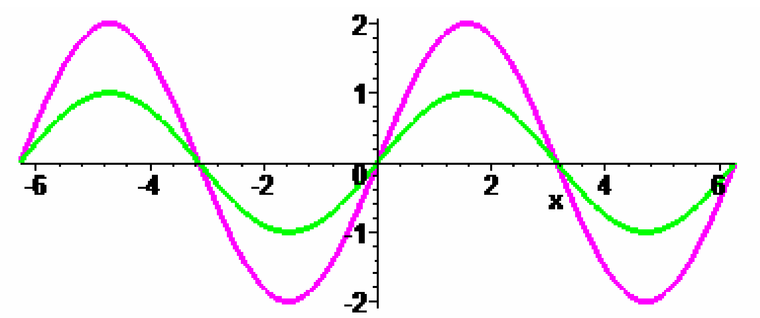


>

f(x) = sin(x); g(x) = 2sin(x) alarak bir inceleme gerçekleştiriniz.

Cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->sin(x):a:=plot(f(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=green,thickness=3):
g:=x->2*sin(x):b:=plot(g(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=magenta,thickness=3):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



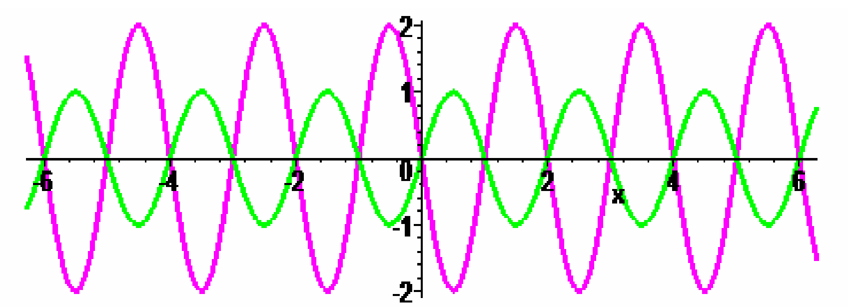
2*sin(x); Tanım kümesi -2 π ile 2 π arasında değişirken değer kümesi -2 ile +2 arasında değişişiyor.

\>

$f(x) = \sin(\pi x)$; $g(x) = 2\sin(\pi(x+3))$ ***alarak bir inceleme gerçekleştiriniz.***

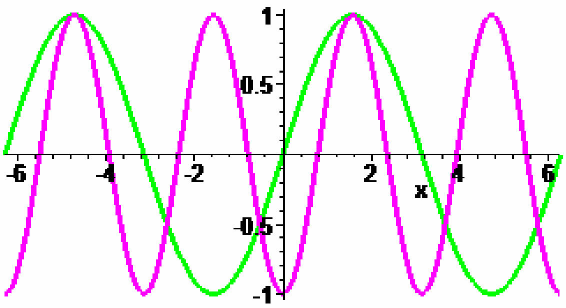
Cevap

```
> restart:with(plots):
f:=x->sin(Pi*x):a:=plot(f(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=green,thickness=3):
g:=x->2*sin(Pi*(x+3)):
b:=plot(g(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=magenta,thickness=3):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



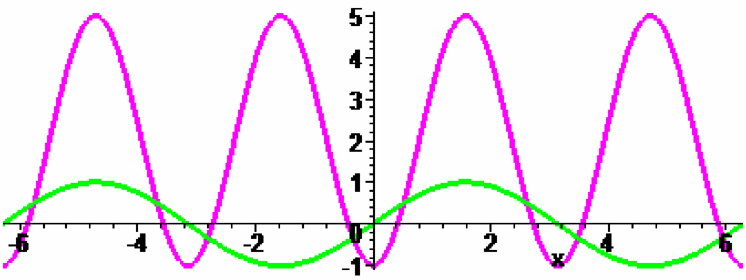
$f(x) = \sin\left(2\left(x - \frac{\pi}{4}\right)\right)$

```
> restart:with(plots):
plot([sin(2*(x-Pi/4)),sin(x)],x=-2*Pi..2*Pi,color=[magenta,green],thickness=3);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



$g(x) = 3\sin\left(2\left(x - \frac{\pi}{4}\right)\right) + 2$

```
> restart:with(plots):
f:=x->sin(x):
a:=plot(f(x),x=-2*Pi..2*Pi,color=green,thickness=3):
g:=x->3*sin(2*(x-Pi/4))+2:
b:=plot(g(x),x=-
2*Pi..2*Pi,color=magenta,thickness=3):
display(a,b);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Problem

Ülkemizde elektrik dağıtım şirketleri tarafından sağlanan elektriğin V voltajı (gerilim), -240 ile +240 arasında sinüzoidal bir salınım yapar.

Bu salınım sıklığı saniyede 60 dır. Voltajı t zaman fonksiyonunun bir denklemi olarak yazınız.

Cevap

denklem V(t) = Asin[(t)] + C formunda kullanılmalıdır.

A genliği verir ve -240 ile 240 arasında değiştiğinden A = 240 ve salınımdan dolayı C = 0 dır.

sıklık saniyede 60 defa olduğu için periyot veya dalga boyu $P = \frac{1}{60}$

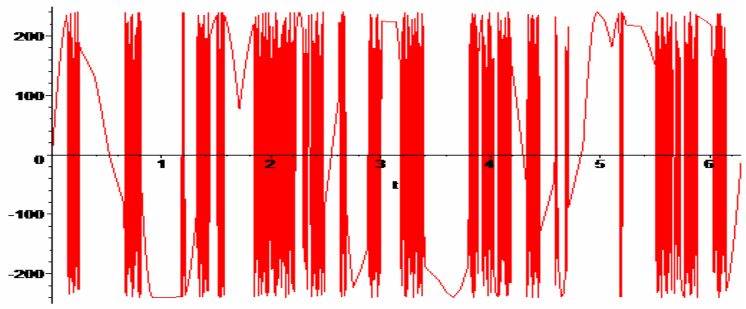
Bu durumda açısal sıklık; $w = \frac{2\pi}{P} = \frac{2\pi}{\frac{1}{60}} = 120\pi$ olur. alfa açısı ise faz kaymasında (devrede) geçerken t - ekseninde 0 olur. Bu durumda;

V(t) = Asin[(t)] + C = 240sin (120*Pi* t) elde edilir.

```
> v:=t->240*sin((120*Pi*t));
```

$$v := t \to 240\sin(120\,\pi\,t)$$

```
> plot(v(t),t=0..2*Pi);
```



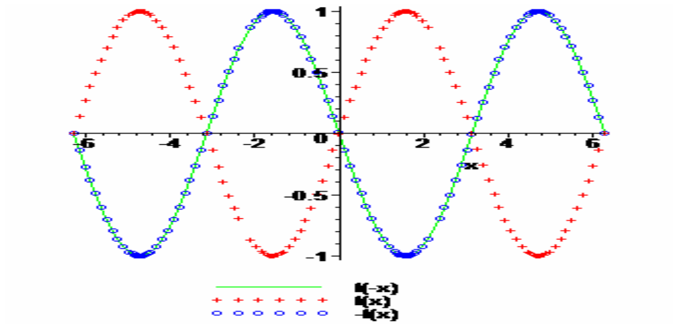

```
>
>
>
```

f(x)=sin(x) verildiğinde f(-x) ve -f(x) i inceleyiniz.

```
> f := x -> sin(x);
```

$$f := x \rightarrow \sin(x)$$

```
>
> plot( [f(-x),f(x),-f(x)], x=-2*Pi..2*Pi,
color=[green,red,blue], style=[line,point,point],
symbol=[point,cross,circle], legend=["f(-x)","f(x)","-
f(x)"] );
```

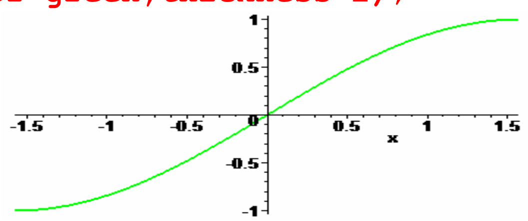


Araştırma - inceleme

y = $\sin(x)$ fonksiyonu birebir ve örten değildir. Siz bu fonksiyonun birebir ve örten olduğu bir aralık bulunuz. Bu aralıkta ters fonksiyon var mıdır?

Cevap

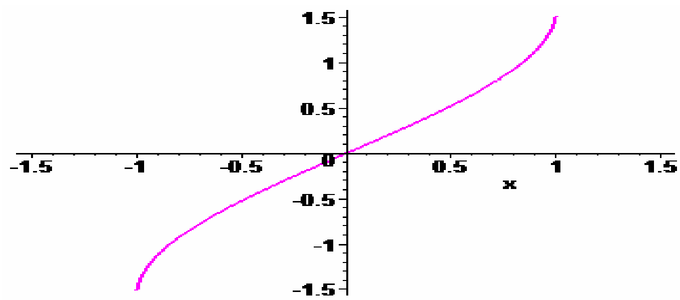
```
> plot(sin(x),x=-
Pi/2..Pi/2,color=green,thickness=2);
```




```
>
```

Buu aralıkta fonksiyon birebir ve örten olduğu için tersi alınabilir.

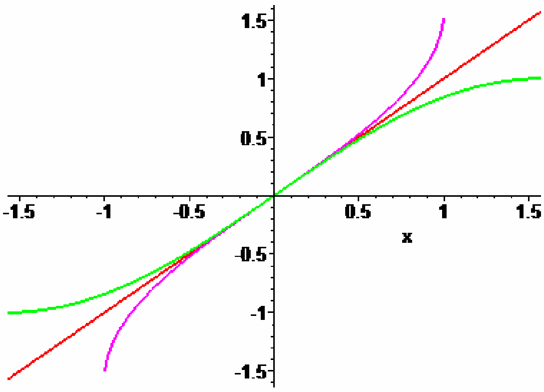
```
> plot(arcsin(x),x=-
Pi/2..Pi/2,color=magenta,thickness=2);
```



>

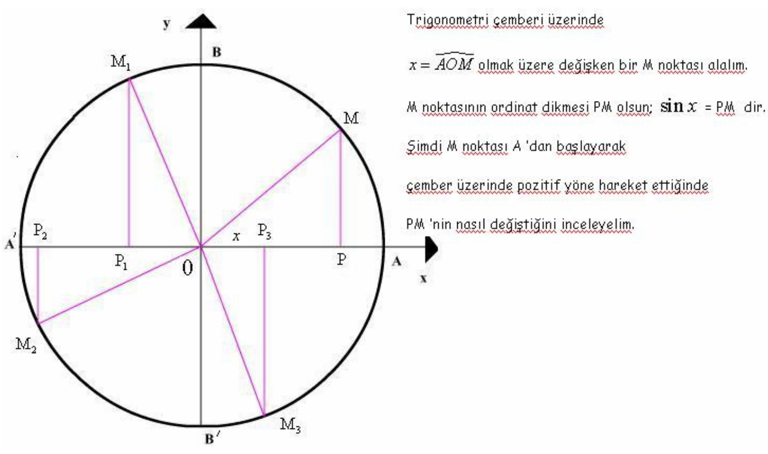
Şimdi iki fonksiyonuda aynı düzlemde gösterelim.

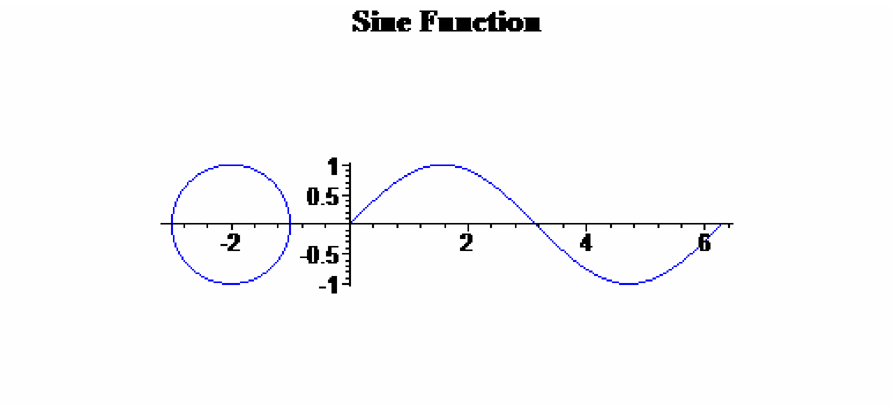
```
> restart:with(plots):
a:=plot(sin(x),x=-Pi/2..Pi/2,color=green,thickness=2):
b:=plot(arcsin(x),x=-Pi/2..Pi/2,color=magenta,thickness=2):
c:=plot(x,x=-Pi/2..Pi/2,color=red,thickness=2):
display(a,b,c);
Warning, the name changecoords has been redefined
```



Ek çalışma:

y = sinx fonksiyonu





> Örneğin;

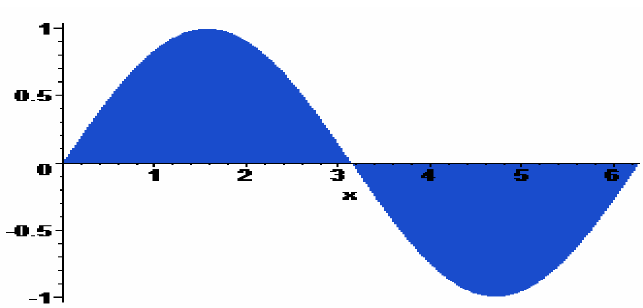
```
> sin( 2*Pi/12): % = evalf(%);
```

```
> n := 12;
array( [seq( [ 2*i*Pi/n, evalf(sin(2*i*Pi/n)) ],   i =
1..n ) ]);
```

İşte bu değerleri verecek şekilde y = sin(x) fonksiyonunu çizdirebiliriz.

```
> f := x-> sin(x);
SolidPlot( f, 0, 2*Pi);
```

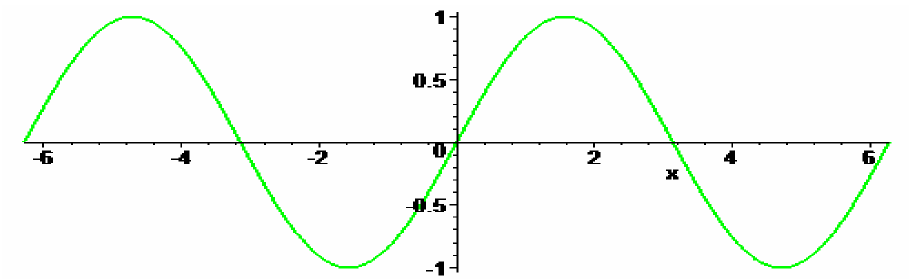
$$f := x \to \sin(x)$$



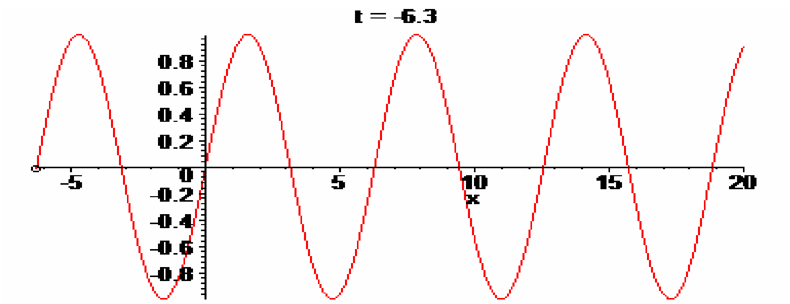
>

Sin(x) 'in salınımındaki değişimi
sin(x) fonksiyonunda periyot
Aşağıdaki grafikleri inceleyiniz ve tartışınız.

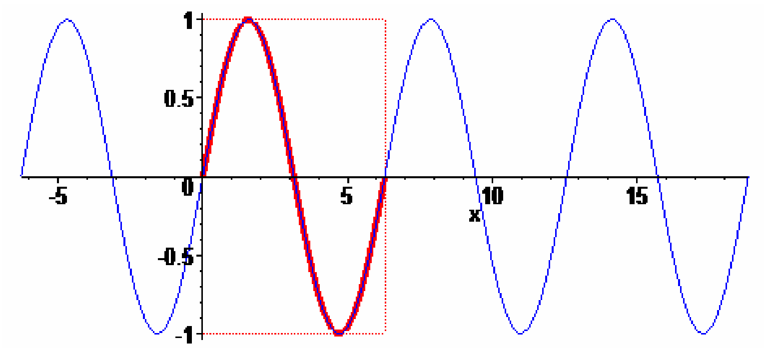
```
> plot( sin(x), x=-2*Pi..2*Pi, color =
green,thickness=2);
```




```
> sinewave := plot( sin(x),x=-6.3..20 ):
animate( pointplot, [
[[t,sin(t)]],symbol=circle,symbolsize=10],
         t=-6.3..20, frames=60, background=sinewave );
```




```
> display( plot(sin(x), x = -2*Pi..6*Pi, color = blue),
         plot(sin(x), x = -0..2*Pi,    color = red,
thickness = 4),
         plot( [[0,-1],[2*Pi,-1],[2*Pi,1],[0,1]], color =
red, linestyle = 2) );
         `sin(x)'in Periyodu`;
```



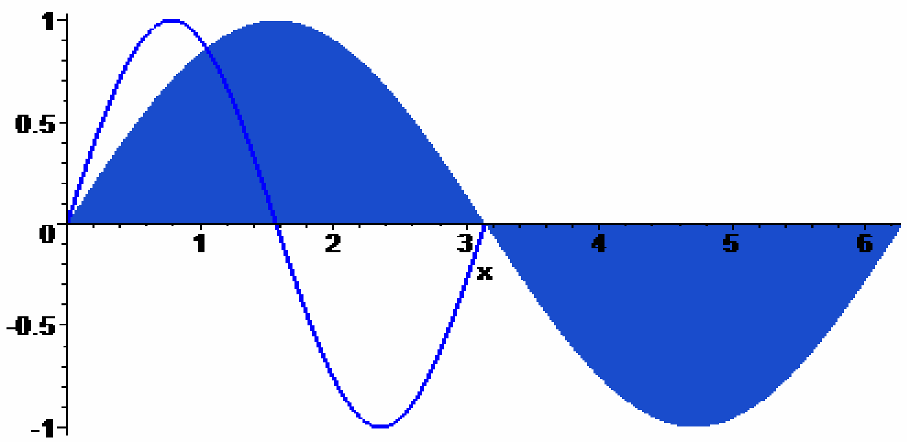
sin(x)'in Periyodu

Örnek

```
> f := x -> sin(2*x);
```

$f := x \rightarrow \sin(2\,x)$

```
> SinePlot( f );
```

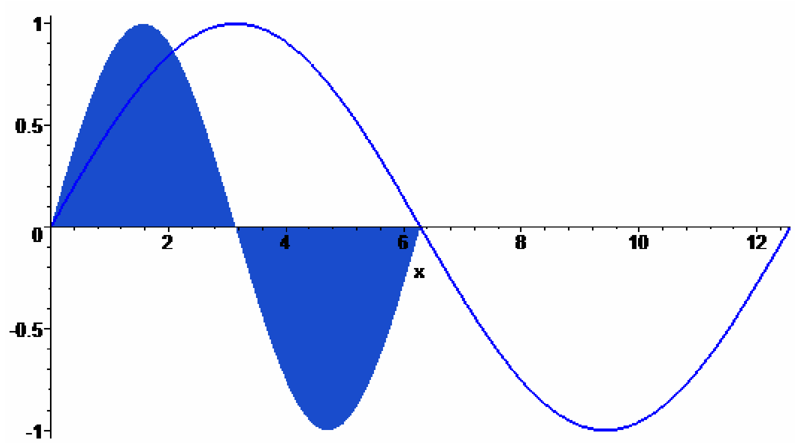


Tartışınız

Örnek

```
> f := x -> sin((1/2)*x);
SinePlot( f );
```

$f := x \rightarrow \sin\left(\frac{1}{2}\,x\right)$



Tartışınız

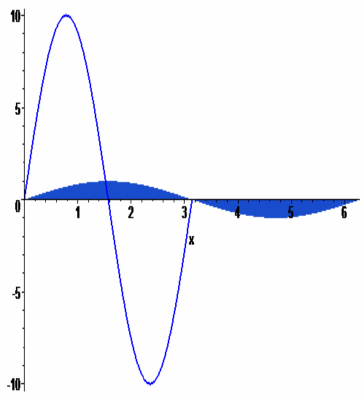
sin(x) 'in genlik ve periyottaki değişimi

Örnek

```
> f := x -> 10*sin(2*x);
```

```
SinePlot(f);
```

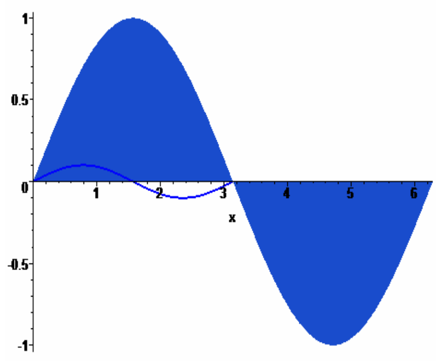
$$f := x \rightarrow 10\sin(2\,x)$$



Örnek

```
> f := x -> (1/10)*sin(2*x);
SinePlot(f);
```

$$f := x \rightarrow \frac{1}{10}\sin(2\,x)$$



Öteleme

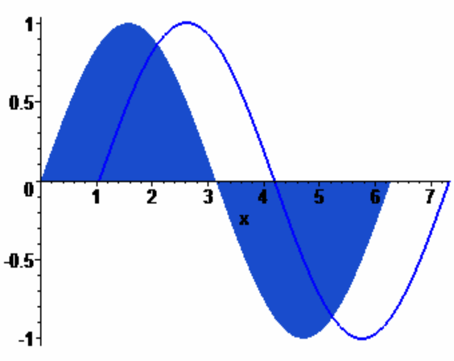
Cebir derslerinizde $y = \mathrm{f}(x)$ **ve** $y - b = \mathrm{f}(x - a)$ **veya** $y = \mathrm{f}(x - a) + b$ **fonksiyonlarının grafiklerini incelemiştiniz.**

Bu incelemeyi sin(x) için yeniden yapalım.

Örnek

```
> f := x -> sin(x - Pi/3) ;
SinePlot(f);
```

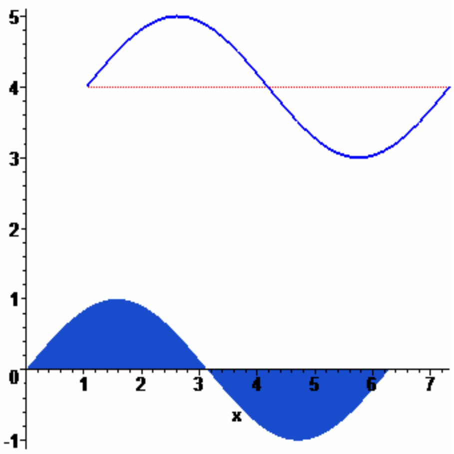
$$f := x \rightarrow \sin\left(x - \frac{\pi}{3}\right)$$



>

```
> f := x -> sin(x -  Pi/3) + 4 ;
SinePlot(f);
```

$$f := x \rightarrow \sin\left(x - \frac{\pi}{3}\right) + 4$$



Soru

a) $\sin(x)$ **fonksiyonunu** $\frac{\pi}{2}$ **birim sağa öteleyiniz.**

b) Yukarıdaki fonksiyonu 2 birim aşağıya öteleyiniz.

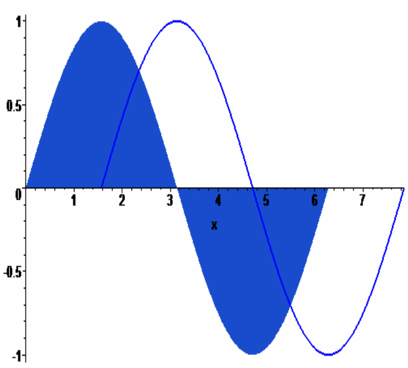
Öğrenci çalışma alanı

>

Cevap

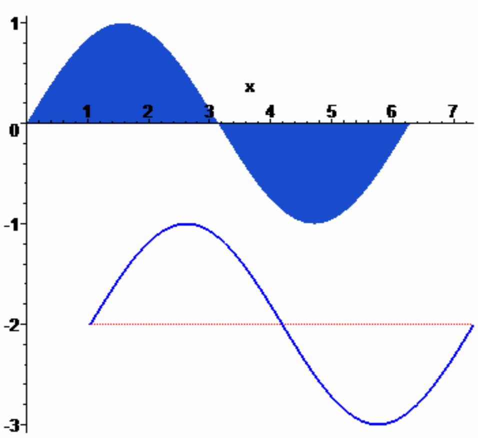
```
> f := x -> sin(x - Pi/2) ;
SinePlot(f);
```

$$f := x \rightarrow \sin\left(x - \frac{\pi}{2}\right)$$




```
> f := x -> sin(x -  Pi/3) - 2 ;
SinePlot(f);
```

$$f := x \rightarrow \sin\left(x - \frac{\pi}{3}\right) - 2$$

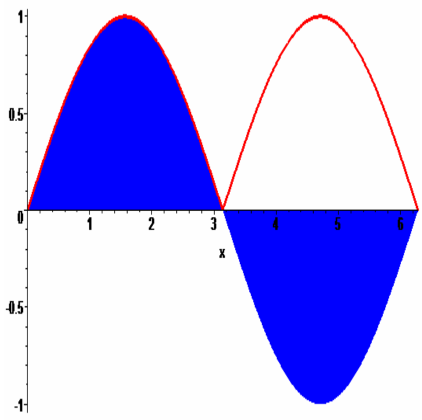


>

İçinde sin(x) bulunduran fonksiyonlar

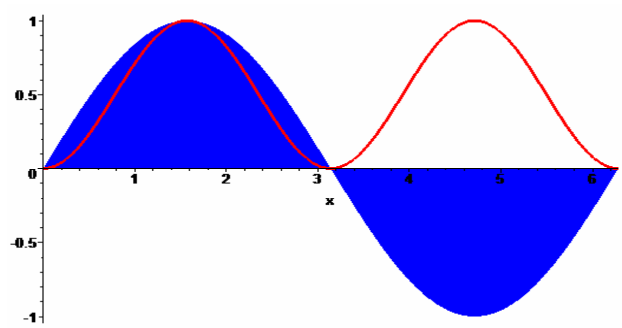
```
> with(plots):
> f := x -> abs(sin(x));
display(SolidPlotCol( x->sin(x), 0, 2*Pi, blue),
          plot(      f(x),  x = 0..2*Pi, thickness =
3)     );
```

$$f := x \rightarrow |\sin(x)|$$



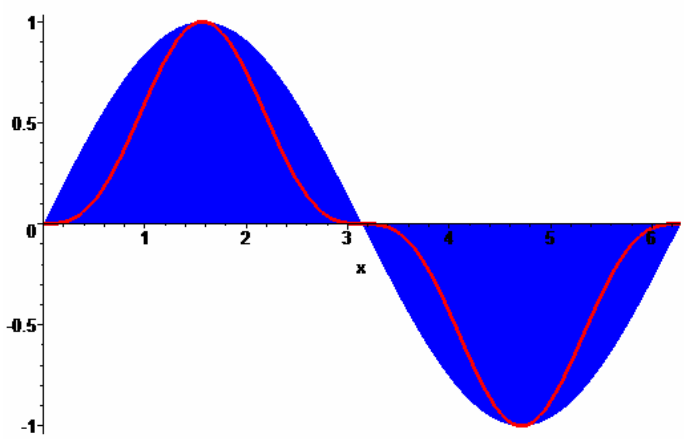
```
> f := x -> sin(x)^2;
display(SolidPlotCol( x->sin(x), 0, 2*Pi, blue),
        plot(f(x), x = 0..2*Pi,thickness = 3));
```

$$f := x \to \sin(x)^2$$

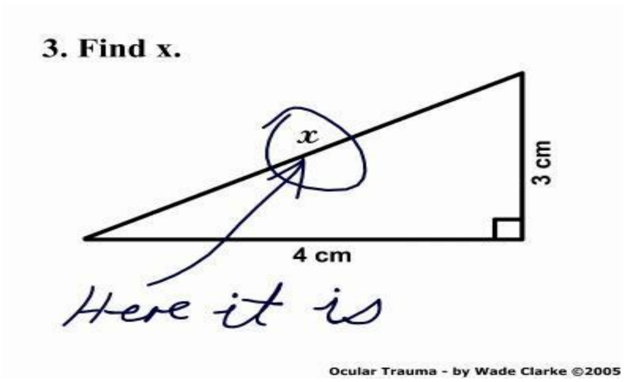


```
> f := x -> sin(x)^3;
display(SolidPlotCol( x->sin(x), 0, 2*Pi, blue),
        plot(f(x), x = 0..2*Pi,thickness = 3));
```

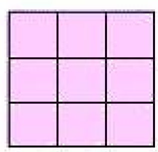
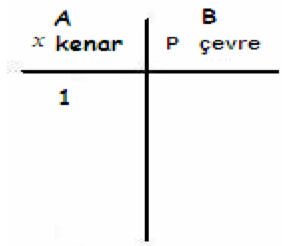
$$f := x \to \sin(x)^3$$



EK 6 Yapılandırmacı Çalışma Yapraklarından Örnek

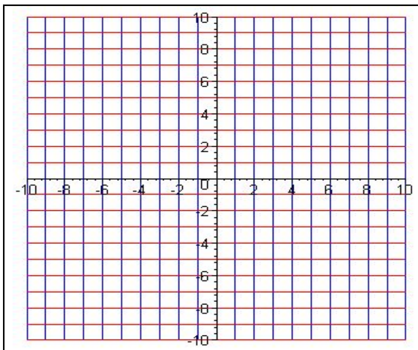
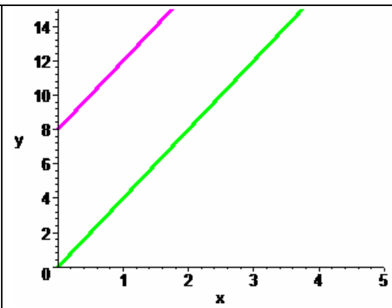


Gözlem ve Araştırma 1

	x birim kenarlı karenin çevresi $P=?$ Tartışınız: x kenar değiştikçe ne değişir?	

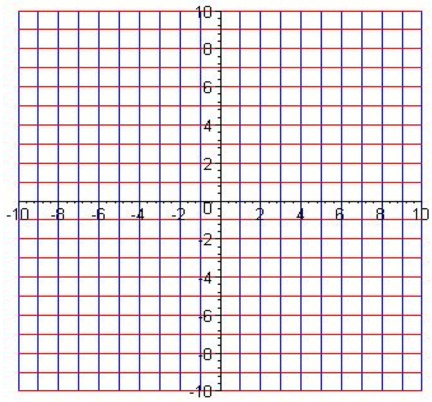
Gözlem ve araştırma: Bu ilişkiyi elinizdeki kareli kağıda aktarınız. Kareli kağıt üzerinde çizdiğiniz şekilleri tartışınız.

Gözlem ve araştırma: Bu bağıntıyı koordinat düzlemine nasıl aktarırsınız? Gösteriniz.

Birinci şekilde karenin çevresini veren denklemin grafiği incelendi.

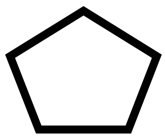
İkinci şekilde ise çevredeki 3 birim artışla oluşturduğu grafik incelendi.

resimde matematiksel bir bağıntı bulunabilir mi? matematiksel ilişkiyi nasıl yorumlarsınız?

Elinizdeki kareli kağıda bu bağıntıyı taşıyınız.

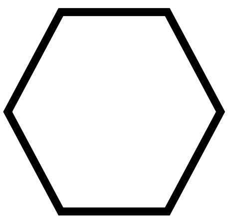
Soru:

	x birim kenarlı düzgün beşgenin çevresi $P = ?$ Tartışınız: x değiştikçe ne değişir? Kareli kağıt üzerinde çizimlerinizi sürdürün. Çizdiğiniz doğru y- eksenini keser mi? 

Gözlem ve tartışma: Hesaplarsanız nasıl bir işlem kullanırsınız?

Aynı incelemeyi kenarda 3 birimlik artış için gösterin.

Soru:

	x birim kenarlı düzgün altıgenin çevresi $P = ?$ Tartışınız: s değiştikçe ne değişir? Size verilen kareli kağıt üzerinde çizimlerini sürdürün. Çizdiğiniz doğru y- eksenini keser mi?

düzgün çokgenin kenar sayısını arttırdığınızda durumu incelediniz.

Soru:

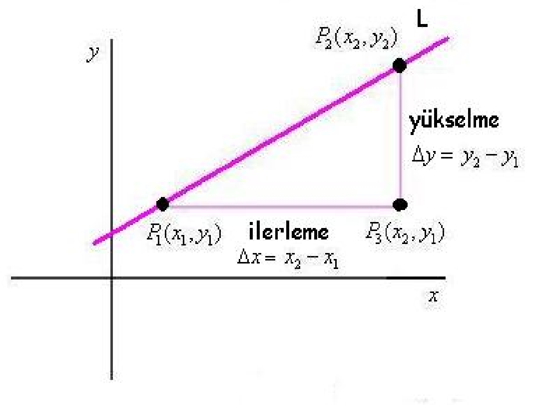
Kenar sayısının negatif olduğunu farz edelim. Doğrunun durumunda ne gibi bir değişiklik meydana gelirdi?

Soru:

(1 , 4) ve (2 , 8) noktaları verilseydi bir doğru denklemini yazabilir miydiniz? Nasıl? Formül kullandıysanız bu formül nasıl elde edilir? Anlatır mısınız?

Soru:

Doğrunun yaptığı açı ve üzerindeki bir nokta örneğin (1 , 4) noktası verilseydi bu doğru denklemini yazabilir miydiniz?

	Bir doğrunun eğimini soldan sağa doğru yükseliş veya inişlerinin oranı olarak düşünelim. Koordinat düzleminde dikey olmayan L doğrusu verilsin.

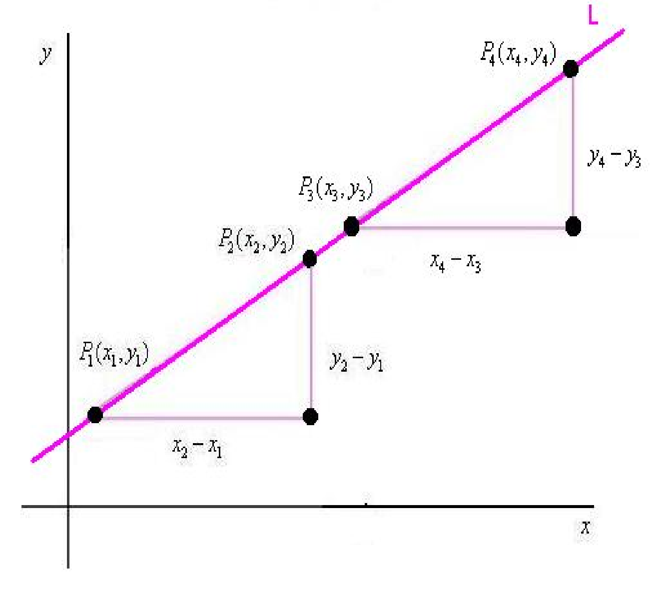
L üzerinde iki $P_1(x_1, y_1)$ ve $P_2(x_2, y_2)$ noktaları seçilsin. P_1 ‘den P_2 ‘ye Δx ve Δy artımlarını gözönüne alalım.

$\Delta x = x_2 - x_1$ ve $\Delta y = y_2 - y_1$ ile tanımlıdır.

Fen Bilimlerinde Δx ilerleme, Δy yükselme şeklinde adlandırılır.

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad \ldots\ldots (1)$$

dikey olmayan L doğrusunun eğimi olarak tanımlanır.



(Bu durumda dikey olmayan L doğrusunun m eğimi $eğim = \dfrac{yükseliş}{ilerleyiş}$ diye hatırlama yardımcı olur).

Şekilde benzer üçgenlerden

$\dfrac{y_4-y_3}{x_4-x_3} = \dfrac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$ eşitliği

yazılabilir.

Böylece (1) denklemi ile tanımlanmış olan m eğimi, P_1 ve P_2 ‘nin özel seçiminden bağımsızdır.

$$y = \left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\right) x - x_1 \left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\right) + y_1$$

$$m = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} \quad , \quad n = -x_1 \left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\right) + y_1$$

L doğrusu yatay olursa m eğimi nedir?

L doğrusu dikey olursa m eğimi nedir?

Doğruların Denklemleri

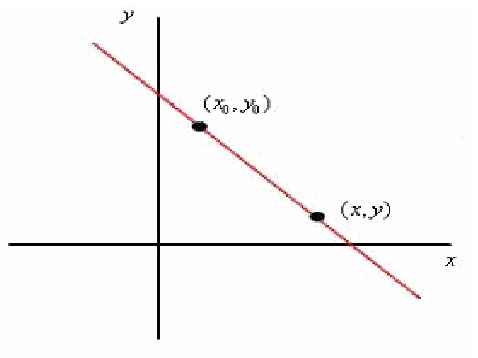
Tartışma: Denklem ne demektir?

Yazınız:

$a \neq 0$ ve $a, b \in \mathbb{R}$ olmak üzere $ax + b = 0$ biçimindeki açık önermelere bir bilinmeyenli birinci dereceden denklemler denir. Bu açık önermeyi doğrulayan (varsa) x gerçel sayılarının kümesine denklemin çözüm kümesi denir. Denklemin çözüm kümesi boş küme değilse, bu kümenin her bir elemanına denklemin bir kökü, çözüm kümesini bulmak için yapılan işleme de denklemi çözmek denir.

Şimdi amacımız verilen doğruların denklemlerini yazabilmektir. Eğer L koordinat düzleminde bir doğru ise biz düzlemdeki (x, y) hakkında matematiksel bir cümle kurmak istiyoruz.

Bu durumu nasıl açıklarsınız?

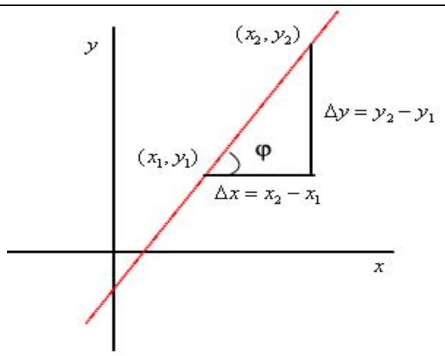


İpucu: Bu eşitliğin (x, y), L üzerinde bir nokta olduğunda doğru, (x, y), L üzerinde bir nokta olmadığında yanlış olmasını istiyoruz.

Bu denklemin x, y ve L 'nin kendisi tarafından belirlenecek bazı nümerik sabitler içereceği açıktır. Eğer bu Şekilde verilenlere göre L doğrusu için aranan denklemi tartışınız.

denklemi yazmamız söz konusu ise bunda L 'nin eğimi kavramı esastır.

Nokta Eğim Denklemi

<table>
<tr>
<td>Açıklama:
P (x, y) noktası ancak ve ancak koordinatları $y - y_0 = m(x - x_0)$ denklemini sağlaması halinde, (x_0, y_0) noktasından geçen ve m eğimli doğru üzerindedir.</td>
<td>

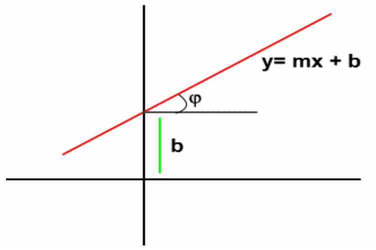
$m = \tan\varphi = \dfrac{\Delta y}{\Delta x}$</td>
</tr>
</table>

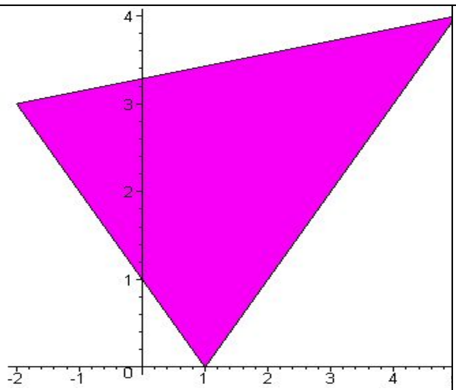
(x_0, y_0) noktasının koordinatlarının ve L 'nin m eğiminin doğrudan bu doğru üzerinde görülebilmesi sebebiyle (2) denklemi L 'nin "nokta - eğim " denklemi ismini alır.

$y - y_0 = m(x - x_0)$ **eğim – nokta denklemi**

$f(x) = y_0 + m(x - x_0)$ **fonksiyon**

Eğim Kesişim Denklemi

$P(x, y)$ noktası ancak ve ancak $y = mx + b$ .... (7) denklemini sağlıyorsa, m eğimli ve y –eksenini b ‘de kesen doğru üzerindedir.	

	***P (1,0) ve Q (5,4) ve R (-2,3)*** köşeleriyle PQR üçgeninin ne çeşit bir üçgen olduğunu araştırınız? İpucu: Açılarına göre kenarlarına göre üçgen çeşitlerini hatırlayınız. İspat: $PQ := 4\sqrt{2}$, $QR := 5\sqrt{2}$, $RP := 3\sqrt{2}$

Tartışma: İki doğrunun birbirine paralel olması ne demektir?

Tartışma: İki doğrunun birbirine dik olması size ne ifade eder?

Tartışma:

Soru: **Bir lineer fonksiyon kaç değişik biçimde ifade edilebilir?**

$f(x) = mx + b$ biçimi fonksiyon olarak gösterimdir.

$y = mx + b$ biçimi denklem olarak gösterimdir.

Eğer $y = mx + b$ verilirse m ‘nin oynadığı rol;

(a) y , x ‘in m katı kadar , birimlik değişimini anlatır.
(b) x ‘in Δx kadar değişimi, y ‘nin $\Delta y = m\Delta x$ değişimidir.
(c) m ‘yi çözmek istersek, $m = \dfrac{\Delta y}{\Delta x} = \dfrac{y \text{ deki değişim}}{x \text{ deki değişim}}$ elde edilir.
(d) $x = 0$ ise, $y = b$ (denklem formu) veya $f(x) = f(0) = b$ (fonksiyon formu) olur.

EK 7 Mapletler

Maplet 1

```
> restart:
```

```
>
with(Maplets[Elements]):with(Maplets[Tools]):with(plots):
with(plottools):with(Maplets):
> ikifonk:=Maplet(onstartup=RunWindow(W1),
 MenuBar['MB1'](Menu("Dosya",
MenuItem("Çıkış",Shutdown())),
   Menu("Program",   MenuItem("Program
Hakkında",RunWindow(proghakkinda))
 )),
 Window['proghakkinda']("Program  Hakkında",
width=200,height=150,
 BoxLayout(inset=0, border=true,background=cyan,

  BoxColumn(background=COLOR(RGB,0,3/5,1),
BoxRow(background=COLOR(RGB,0,3/8,1),TextBox(8..20,editab
le=false,"Bu program size fonksiyon kavramında grafik
çizim yapabilmeniz için tasarlanmıştır.")),
 BoxRow(background=COLOR(RGB,0,3/5,1),Button(foregrou
nd=white,background=pink,"    Kapat    ",
CloseWindow('proghakkinda'))
 ))
 )),
 Window['W1'](resizable=false,width=600,height=500,'m
enubar'='MB1',
  BoxLayout(inset=0,   border=true,background=cyan,
BoxRow(inset=0,border=true,background=COLOR(RGB,3/5,2/5,1
),
BoxColumn(inset=2,border=true,background=COLOR(RGB,3/5,3/
5,1),
 BoxRow(background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),Label(backgro
und=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),"1.   Fonksiyonu   Giriniz
"),TextField['TF1'](background=cyan,foreground=black)),
```

```
BoxRow(background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),Label(background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),"2.    Fonksiyonu    Giriniz
"),TextField['TF2'](background=cyan,foreground=black)),
BoxRow(background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),Button(background=pink,foreground=black,"Temizle",
Action(SetOption('TF1'=""))),Button(background=pink,foreground=black,"Fonksiyonları    Çiz",
Evaluate('function'="fonkciz"))
),
BoxRow(inset=3,border=true,background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),

TextBox['TB1'](4..30)    )
    )    ),
    BoxColumn(inset=2,border=true,caption="Grafik
Bölümü",background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),
BoxRow(background=COLOR(RGB,3/5,3/5,1),Plotter['PL1'](width=380,height=350,plot(undefined,x=-10..10,y=-
10..10,color=red,tickmarks=[10,10])))
)
))#endwindowlayout
,ButtonGroup['BG1']()
):
> fonkciz:=proc()
global say;
local ffonk,ffonk2,gffonk,gffonk2;
say:=0;
ffonk:=Get('TF1'::algebraic);
ffonk2:=Get('TF2'::algebraic);
gffonk:=unapply(ffonk,x);
gffonk2:=unapply(ffonk2,x);
```

```
Set('PL1'=plots[display](plot({ffonk,ffonk2},x=0..10
0,y=-
1..50,color=[magenta,green],thickness=3,tickmarks=[10,10]
,scaling=constrained)));
end proc:
> Maplets[Display](ikifonk):
>
```

Maplet 2

```
> restart:
> with(Student[Calculus1]):
CurveAnalysisTutor();
```

Maplet 3

```
> restart:
> with(Maplets[Elements]):
> cizim:=Maplet(Window('title'="Grafik",[["Fonksiyonu
yaz",
background=pink,[TextField['Y1'](),background=cyan],Plott
er['ciz1']()],
[Button("Çiz",Evaluate('ciz1'='plot(Y1,x=0..10,thickness=
2,color=blue)')),
Button("Tamam",Shutdown(['Y1'])),
Button("Sil",SetOption('Y1'=""))]])):
Maplets[Display](cizim);
Initializing Java runtime environment.
                              ["4*(x+2)"]
```