MATEMATİK EĞİTİMİNDE MİKROBİLGİSAYAR LABORATUVARLARI ve KULLANIMI

Kenan TOPRAK

Dokuz Eylül Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmenliğinin
Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi
Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

İzmir

2003

MATEMATİK EĞİTİMİNDE MİKROBİLGİSAYAR LABORATUVARLARI ve KULLANIMI

Kenan TOPRAK

Dokuz Eylül Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Danışman:

Prof.Dr. Mehmet SEZER

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmenliğinin

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi

Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

İzmir

2003

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum, "Matematik Eğitiminde Mikrobilgisayar Laboratuvarları ve Kullanımı" adlı çalışmamın tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynak dizininde gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

13-11-2003

Kenan TOPRAK

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

İşbu çalışmada, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan (Danışman): Prof. Dr. Mehmet SEZER

Üye: Prof. Dr. Şuur NİZAMOĞLU

Üye: Yrd. Doç. Dr. Neşe BAŞER

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

3/12/2003

Prof.Dr. Sedef GİDENER
Enstitü Müdürü

YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU DÖKÜMANTASYON MERKEZİ
TEZ VERİ FORMU

Tez No : **Konu Kodu :** **Üniv. Kodu :**

- **Not : Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır.**

Tez yazarının

Soyadı : TOPRAK **Adı :** Kenan

Tezin Türkçe adı: Matematik Eğitiminde Mikrobilgisayar Laboratuvarları ve Kullanımı

Tezin yabancı dildeki adı : Microcomputer Laboratories İn Mathematics Education And İts Usage

Tezin yapıldığı
Üniversite: DOKUZ EYLÜL **Enstitü:** EĞİTİM BİLİMLERİ **Yılı:** 2003

Diğer kuruluşlar

Tezin türü:
- [x] **1- Yüksek Lisans**
- [ ] **2- Doktora**
- [ ] **3- Sanatta Yeterlilik**

Dili: TÜRKÇE
Sayfa sayısı:68
Referans sayısı: 24

Tez Danışmanının

Ünvanı: Prof.Dr. **Adı:** MEHMET **Soyadı:** SEZER

Türkçe anahtar kelimeler:
1- Mikrobilgisayar Laboratuvarlar
2- Yaklaşık Alan
3- Teknoloji ve Matematik

İngilizce anahtar kelimeler:
1- Microcomputer Laboratories
2- Aria Approximation
3- Technology and Mathematic

Tarih:
İmza:

Teşekkür

Bu çalışmada başından beri beni destekleyen ve yönlendiren sevgili hocam ve danışmanım sayın Prof.Dr. Mehmet SEZER'e, maddi, manevi desteklerini esirgemeyen sevgili hocalarım Yrd.Dç.Dr. Neş'e BAŞER ve Prof.Dr. Şuur NİZAMOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, bu tezin dizgi ve grafiğinde bana yardımcı olan Necdet FERSİZ ve Sabahattin TOPRAK ve sevgili arkadaşım Arş.Gr. Serkan NARLI' ya candan teşekkür ederim.

Kenan TOPRAK

İÇİNDEKİLER

Şekil Listesi

ÖZET

Bu çalışmada, birinci bölümde matematik öğretimi, matematik eğitimi ve matematik eğitiminin amaçları ile ilgili kısaca bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, teknolojinin eğitimde kullanımı üzerine literatür taraması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, matematiksel modellemeye tarihsel bir örnek verilmiştir. Ayrıca, matematik eğitiminde mikrobilgisayar laboratuvarlarının kullanımı ele alınarak, mikrobilgisayar laboratuvarlarında yaklaşık alan hesapları üzerine uygulama yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, bazı sonuçlar verilip öneriler getirilmiştir.

ABSTRACT

In this research, in the first section, a summary is given about mathematics education and the aims of mathematics education.

İn the second section, a collection of references is given on the use of technology in education.

İn the third section, historical example is given about mathematical modeling. Furthermore, the use of microcomputers in mathematics education taken into consideration and applications were made in the microcomputer laboratory on computing areas approximately.

In the forth section, results were presented and some suggestions were made.

1.GİRİŞ

İlk çağlarda insanların temel gereksinimleri elde etmek için taşlardan yaptıkları kesici aletleri bir müzeden alıp, atom reaktörlerinden birinin kapısına asalım. Kuşkusuz reaktöre giren kişinin içeriye varıncaya kadar binlerce yıllık serüveni birkaç adımlık bir koridorda kısa sürede yaşadığını iddia etmemiz yadsınamayacaktır. Reaktörün kapısına asılan taştan yapılış hiçbir estetik özelliği olmayan keski aleti, ilk insanlar daha çok avlanmak ve temel besin ihtiyaçlarını karşılamak için kullanıyorlardı. Oysa reaktörün içinde yapılan aygıtlar ise dünya dışındaki sistemleri araştırmak için tasarlanmaktadır.

Bu baş döndürücü teknolojik gelişme, binlerce yıllık birikime ve bu birikimlerin sağlıklı bir şekilde yeni nesillere aktarılmasına bağlıdır. Şüphesiz bilginin aktarılması ve süreklilik göstermesi ciddi ve programlı bir eğitimle mümkün olabilir.

Eğitim en genel anlamı ile insanları belli amaçlarına göre yetiştirme sürecidir. Bu süreçten geçen insanın kişiliği farklılaşır. Bu farklılaşma eğitim sürecinde kazanılan bilgi, beceri, tutum ve değerler yoluyla gerçekleşir. Günümüzde okullar eğitim sürecinin en önemli kısmını oluşturur. Eğitim yalnız okullarda yapılmaz. Günlük hayattaki eğitim-okul bitişikliği, eğitim denince okulu anımsatır. Oysa, okul dışında da gençleri ve yetişkinleri bir mesleğe hazırlamak ve onların hayata uyumlarını kolaylaştırmak için açılmış kısa süreli eğitim veren kurumlar vardır. En geniş anlamı ile eğitim toplumdaki kültürleme sürecinin bir parçasıdır.

Kültürleme, insanın kişilik yapısının içinde doğduğu ve yetiştiği kültür tarafından belirlenir. Her toplum kendi kültürünün özelliklerini yeni kuşaklara geçirir. Toplumun bireyleri, kendi kültürün istek ve beklentilerine uyacak şekilde etkilemesi ve değiştirmesine "kültürleme" denir.

Kültürleme, ailede, sokakta, işyerinde her türlü seramoni ve merasimde bilinçli ya da bilinç dışı, kendiliğinden oluşan ve bireysel olan öğrenmeleri de kapsar. Kültürlemenin amaçlı olarak yapılan kısmı eğitimdir. Bu nedenle eğitim "kısıtlı kültürleme süreci" olarak da tanımlanmaktadır. (Fidan, 1996:4)

Günümüzde en yaygın olan eğitim tanımlarından biri “bireyin davranışlarında kendi yaşantısı yoluyla kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme süreci” (Ertürk, 1972,S:12) şeklinde verilen tanımdır.

Yukarıdaki tanımların ışığında eğitim; pozitif yönde bir farklılaşma süreci olarak tanımlayabiliriz. Bu farklılaşma süreci insanoğlu var olduğundan beri sosyal, kültürel, bilimsel ve sanatsal v.s gibi her alanda varlığını sürdürmektedir. Özellikle bilimsel gelişme ve olgunlaşma ancak ve ancak sistemli bir eğitimle mümkün olabilir. Bilimin fizik, kimya ve biyoloji gibi konularının eğitiminde gerek laboratuvar ve araç gereç, gerekse doğal ortam sayesinde somut bir uygulama olanağı vardır. Ancak matematik eğitiminde ilköğretim düzeyindeki temel konular için hazırlanmış birkaç materyal dışında böyle bir doğal imkan yoktur. Çünkü matematiğin yapısı diğer bilim dallarından oldukça farklıdır. Kuruluş biçimi, içeriği, işleyişi, algoritmik yapısı ve insan beynine kazandırdığı şaşırtıcı sistematik düşünme yeteneği ile matematik, tanıma imkanını bulan herkesi kendine hayran bırakan gizemli bir daldır.

İlkçağlardan bu yana önemini korumuş bu gizemli dal, günümüze değin birçok gelişme göstermiştir. Öyle ki, matematik günümüzde teknolojiden de yararlanır duruma gelmiştir.

Çalışmada matematik eğitiminde teknoloji kullanımı üzerine bir literatür araştırması yapıldı. Bu bağlamda çalışmamız matematiğin teknolojik bir kullanımı sayılabilecek ve matematik eğitimine katkısı olacak “mikrobilgisayar laboratuvarları ve kullanımı üzerine yapılandırıldı. Ayrıca matematiksel modellemeye tarihsel bir örnek olarak, havan toplarının menzillerinin tahminlenmesi ele alındı. Bilgisayar laboratuvarında yaklaşık alan hesabı ile ilgili yeni bir yöntem tanıtıldı.

Bu bölümde ana hatları ile matematik, matematik eğitimi, matematik öğretimi tanıtılmıştır.

1.1 Matematik Nedir?

Matematiğin tanımı matematiksel bir problemi çözdükten sonra duyulan hazzı anlatmak kadar zordur. Bu haz öyle bir hazdır ki; sadece problemi çözen veya yeni bir teoremi bulan kişiyi çok mutlu etmesine karşın, etrafındaki kişilerde (hele hele matematikle birebir ilgili değillerse) en ufak bir sevinç belirtisi göstermemektedir.

Günlük yaşantımızın hemen her anını kuşatan bazen haberdar olduğumuz, çoğu zaman fark etmediğimiz bu gizemli bilime yüzyıllardır net bir tanım getirilememektedir. Çünkü güzel bir sanat eserindeki ahenk ve estetikten büyüleyici bir konuşmaya kadar her alanda matematik vardır. Bir ressamın tablosunu oluşturmadan önce yaptığı tasarımda yada müzisyenin önünde icra etmeye çalıştığı bir partisyonda bile matematiksel bir armoni vardır. Böylesine geniş bir yelpazeye sahip olduğu için "matematik nedir" sorusu çoğu zaman yanıtsız kalmıştır. "Matematik nedir?" sorusunu Yıldırım şöyle yanıtlamaktadır:

> "Her şeyden önce üstünkörü de olsa, bu soruyu yanıtlamalıyız. Hemen belirtmeli ki, sürekli çabalara karşın, bu soruya yetkili kafaların üzerinde birleştiği bir yanıt henüz verilmemiştir. Körlerin dokunarak tanımlamaya çalıştıkları fil gibi; matematik, kimisine göre kuralları belli satranç türünden bir zeka oyunu; kimisine göre bilim ve pratik yaşam için yararlı bir hesaplı tekniği. Matematikçilerin gözünde ise matematik bizi doğruya, kesin bilgiye götüren biricik düşünme yöntemi. Matematiği "bilimlerin kraliçesi" sayanlar yanında, hizmetinde görenlerde var. Hatta onu ne olduğu, ne ile uğraştığı belli olmayan, salt bir zihinsel çıkarım yada dönüştürme işlemi diye niteleyen yada karmaşık kavramsal bir labirente benzeten saygın filozoflara rastlamaktayız." (Yıldırım, 2000)

Görüldüğü gibi matematiğin net bir tanımı yapılamaktadır. Ancak literatürde matematik hakkında aşağıda belirtilen tanımlara rastlamak mümkündür.

Matematik bir toplumda dil,kültür tabanının hemen üzerine kurulu,fen ve mühendislik bilimlerinin ve teknolojinin tabanını oluşturan ortak bir iletişim dili;bilim ve teknolojinin taşıyıcı ve sağlam zeminidir (Ersoy,2000:235).

Matematik, insan tarafından zihinsel olarak yaratılan bir sistemdir .Matematik; aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanacak niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı ayrıca düşüncenin tümdengelimli bir iletişim yoluyla sayılar, geometrik şekiller, fonksiyonlar, uzaylar v.b. soyut varlıkları özelliklerini ve bunların arasında kurulan ilişkileri inceleyen bilimler grubuna verilen genel addır (Altun, 2001 : 5)

Ayrıca insanların, matematiği nasıl gördükleri ve onun ne olduğu konusundaki düşünceleri dört grupta toplanabilir.(Baykul, 2000 : 32)

1-Matematik, günlük hayattaki problemleri çözmede başvurulan sayma, hesaplama, ölçme ve çizmedir.

2-Matematik, bazı sembolleri kullanan bir dildir.

3-Matematik, insanda mantıklı düşünmeyi geliştiren mantıklı bir sistemdir.

4-Matematik, dünyayı anlamamızda ve yaşadığımız çevreyi geliştirmede başvurduğumuz bir yardımcıdır.

Matematik, bunlardan sadece birisi değildir. Bunların hepsini kapsar. Günümüzde matematik ardışık soyutlama ve genellemeler süreci olarak geliştirilen fikirler, yapılar ve bağlantılardan oluşan bir sistem (New South Wales Department of Education and Australian Council for Educational Research, 1972`den aktaran Baykul, 2000 : 32) olarak görülmektedir.

Matematik biçim, sayı ve çoklukların yapılarını, özelliklerini ve aralarındaki ilişkilerini usbilim yoluyla inceleyen ve sayı bilgisi, cebir, uzambilim gibi dallara ayrılan bilim dalıdır (Ersoy vd. 1991)

Matematik düşüncelerin bir serüvenidir. (Struile, 2002 : 15)

YÖK ve Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi 1997 kapsamında hazırlanan Orta Öğretim Matematik Öğretimi, kitapçıkların birinci cildinde yer alan bazı tanımlamalar ise şöyledir (Baki ve Bell'den aktaran Uğurel,2003:3):

Matematik, tüm olası örüntülerin incelenmesidir (Sawyer).

Özünde sayı ve miktarlarla çalışmaktan öte matematik, kullanılabilecek yollardan bağımsız olarak kendi içinde hesaba katılan işlemlerle ilgilidir (Boole).

Matematik çevresini bağımsız olarak düzenleyen, organize eden ve denetleyen işlemlerin özellikleri ile ilgilidir (Peel)

Teorik matematik, bütünüyle şunun gibi bildirimleri içerir. Eğer bu ve bunun gibi bir önerme doğru ise, o zaman bu ve bunun gibi başka bir önerme de doğrudur. İlk önermenin gerçekten doğru olduğunu tartışmamak ve doğru olacağı varsayılan herhangi bir şeyden bahsetmemek gereklidir. Eğer varsayımız herhangi bir şey hakkında ise ve bir diğer özel bir şey hakkında değilse, bu durumda çıkarımlarımız matematiği oluşturur. Böylece matematik, ne hakkında konuştuğumuzu hiçbir zaman bilmediğimiz ve konuştuğumuz şeyin doğru olup olmadığını bilmediğimiz bir konu olarak tanımlanabilir (Russell).

Aritmetik ve geometri, gerçeğin matematikleştirilmiş parçasından doğmuştur. Fakat sonra, en azından Antik Yunan'dan başlayarak, matematiğin kendisi matematikleştirmenin öznesi olmuştur (Freudenthal).

Görülüyor ki matematik hakkında özünde aynı sayılabilecek birçok tanıma rastlanabilmektedir. Ancak bütün tanımlar, matematiğin, birey ve yaşadığı hayat için vazgeçilmez bir ihtiyaç olduğu paydasında birleşmektedir. Dolayısıyla bireyin hayatında matematiğin eğitim ve öğretimi oldukça önemlidir.

1.2 Matematik Öğretimi

Daha öncede belirtildiği gibi matematiğin insan hayatındaki önemi yadsınamaz. Çünkü her canlı matematiği farkında olmasa da yaşamının her alanında kullanmaktadır. Bu nedenle matematik öğretimi ciddiye alınmalıdır.

İnsan hayatı için öneminden ve bilimsel hayatın gelişmesine olan katkısından ötürü, matematik öğretimi önem kazanmakta ve matematik öğretimine, okul öncesinden başlayarak, ilk öğretim ve sonrasında geniş bir zaman ayrılmaktadır. Matematik öğretiminin amacı genel olarak şöyle ifade edilebilir (Altun,2001:7):

Kişiye günlük hayatın gerektirdiği bilgi ve becerileri kazandırmak, ona problem çözmeyi öğretmek ve olayları problem çözme yaklaşımı içinde ele alan bir düşünme biçimi kazandırmaktır. Problem çözme yaklaşımının ise dört temel aşaması vardır. Bunlar;

1. Kişinin bir güçlük ile karşılaşması halinde, bu güçlüğün kaynaklarını görme ve güçlüğü yalın olarak ortaya koyma,

2. Güçlüğü ortadan kaldırabilmek için kullanılacak olan stratejileri seçme,

3. Çözüm için plan yapma,

4. Çözümü, "nasıl yapıldığı, başka çözüm yolunun olup olmadığı, çözümün bekleneni tam olarak verip vermediği, güçlüğün değişik koşullar altında ortaya çıkması halinde çözümün nasıl yapılacağı" şeklinde değerlendirmedir.

Van de Wella göre ise matematiğin yapısına uygun bir öğretimin şu üç amaca yönelik olmalıdır (Baykul,2000:36):

1. Öğrencilerin matematik ile ilgili kavramları (conceptual knowledge of mathematics) anlamlandırma,

2. Matematik ile ilgili işlemleri anlamlarına (procedural knowledge of mathematics),

3. Kavramların ve işlemlerin arsındaki bağların (connections of between conceptual and procedural knowledge) kurmalarına yardımcı olmak.

Bu üç amaç, ilişkisel anlama (relational understanding) olarak adlandırılmaktadır. İlişkisel anlama, matematikteki yapıları (kavramları ve bunların öğelerini) anlama, sembollerle ifade etme ve bunun kolaylıklarından yararlanma; matematikteki işlemlerin tekniklerini anlatma ve bunları sembollerle ifade etme; metotlar, semboller ve kavramlar arasındaki bağıntılar veya ilişkileri kurma olarak açıklanabilir.

Hiçbir ilke yada kurama bağlı olmadan öğretim yapmak mümkündür ve muhtemelen ilkel toplumlarda öğretim böyle olmaktaydı. Belli plan ve ilkeler doğrultusunda yapılan öğretimin emek, zaman ve etkinlik bakımından daha iyi olacağı açıktır. Matematik öğretiminde amaca ulaşılabilmesi için uyulması gerekli başlıca ilkeler aşağıdaki gibi gruplanabilir (Altun,2001:8-13):

1. Kavramsal temellerin oluşturulması
2. Önşartlılık ilkesine önem verme
3. Anahtar kavramlara önem verme
4. Öğretimde öğretmen ve öğrencinin görevlerinin iyi belirlenmesi
5. Öğretimde çevreden yararlanma
6. Araştırma çalışmalarına önem verme
7. Matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme

1.3 Matematik Eğitimi

Matematik eğitimi, matematik kadar eksiye uzanan bir olaydır. Evreni rasyonel sayıya indirgeme savında birleşen Pythagorasçıların gizli derneği bir tür matematik okulu idi. Platon geometri bilmeyenleri akademisine sokmuyordu. Euclides'in yüzyıllar boyu batı dünyasında geometrinin biricik ders kitabı olarak okutulan Elementler'i, öğretim programının özünü matematiğin oluşturduğu ünlü İskenderiye Okulu'nda yazılmıştı. Matematik orta çağlarda da müzik, mantık ve retolik(söz söyleme sanatı) gibi konuların yanı sıra ders programlarında önemli yerini korumuştur. Tarih boyunca matematiğe gösterilen ilgide günlük ve iş yaşamındaki gereksinmelerin rolü kuşkusuz büyüktür. Ne var ki bu ilgide daha ağır basan bir başka düşüncenin payı vardır ki bu da matematik bilgisinin, insan zekasını bilmedeki eşsiz gücüdür. Bir önyargı da olsa bu düşünce bugün bile etkisini tümü ile yitirmiş değildir. Pek çok kimsenin, dahası kimi eğitimcilerin gözünde matematiğin insan kafasını biçimlendirmede kendine özgü bir etkinliği vardır (Yıldırım,2000:150).

Bu nedenle matematik eğitiminin amaçlarını aşağıdaki biçimde ortaya koymak önemini anlamak açısından yararlı olacaktır

1.3.1 Matematik Eğitiminin Amaçları

1. Matematik öğretim hedeflerini bilimsel biçimde saptayıp uygulamaya koymak,

2. Saptanan hedeflere yönelik olarak, öğretim ve öğrenme sürecini oluşturmak,

3. Çağdaş yöntemleri uygulayabilen, matematik bilgisi, formasyon bilgisi ve genel kültüre sahip öğretmenlerin yetiştirilmesini sağlamak

4. Matematik öğretiminde yeni teknolojileri uygulayabilen, ölçme ve değerlendirme konusunda gelişmiş bilgilere sahip bireyler yetiştirip, onların bilgilerinden yararlanılmasını sağlamak,

5. İyi işleyen rehberlik hizmetlerini, her dal için olduğu gibi, matematik alanını seçecek öğrencilerde yol göstermelerini sağlamak,

6. Matematik eğitimi alanında araştırma yapmış, bu alanla ilgili, yurt içinde ve yurt dışındaki yayınları izleyebilen bireylere olanak sağlamak ve bu kişilerin bilgi ve deneyimlerinden yararlanmaktır.

2. MATEMATİK EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİNİN ROLÜ

Çalışmada, mikrobilgisayar laboratuvarlarının matematik eğitimindeki rolünü saptayabilmek için öncelikle matematik eğitiminde teknoloji kullanımı ve avantajları üzerine literatür araştırması yapıldı. Matematik eğitiminde kullanılabilecek varolan teknolojiler belirlendi. Bu bölümde teknoloji ile matematik eğitimi arasındaki ilişki üzerinde durulacaktır. Bunun için öncelikle eğitim-teknoloji bağlantısı ele alındı.

2.1 Eğitim ve Teknoloji

Eğitim ve eğitim kurumları, hizmet sundukları toplumu ve bu toplumun yapısındaki oluşumları birlikte düşünmek durumundadırlar. Eğitim düşünülürken, içinde bulunulan toplum, eğitilecek bireylerin sayısı, toplumun kültürel ve ekonomik yapısı, teknik ve teknolojik gelişmeler göz ardı edilmemelidir. Çünkü bu etkenler eğitim sistemini değişmeye zorlamaktadır. Değişme ekonomik büyüme başta olmak üzere toplumsal, siyasal ve yönetimsel gelişmeyi de içermektedir (Kaya, 1993).

Değişme kavramı yerine son yıllarda yenilik kavramı kullanılmaktadır. Yenilik planlı bir değişmedir (Bursalıoğlu, 1991).

Eğer bir yenilik, eğitimde değişikliğe neden oluyorsa, bu değişikliği uygulayabilecek ve doğruluğunu benimsemiş bireylere gereksinim vardır. Bireyler arasındaki fikir çatışmaları ve anlaşmazlıklar yeni bir değişim için temel oluşturur. Bu nedenle etkili bir değişimin, kısa sürede oluşması beklenmemelidir (Gilbreath ve Dietrich, 1994).

Günümüzde işverenler, düşünebilen, işbirliği içerisinde çalışabilen, teknolojiyi kullanabilen, yeni bilgilere ulaşma alışkanlığı edinmiş, problem çözme yetisi olan elemanları aramaktadırlar. Buna ek olarak konuları analiz edebilen, yorumlayan ve sonuçta karar verebilen kimselerle çalışmayı yeğlerler (Treuhaft, 1995).

Gelişim; değişimden etkilenen insan sayısının planlı bir şekilde arttırılmasıyla gerçekleşmektedir. Teknolojinin eğitimde kullanılması ile öğrenme ve öğretme stratejilerinde büyük değişikliklerin olacağı düşünülmektedir (Treuhaft, 1995).

Eğitimde teknolojik olanaklardan en geniş anlamda yararlanılabilmesi Eğitim Teknolojisi ile mümkün olmaktadır (Alkan, 1977). Günümüzde Eğitim Teknoloji'sini, daha verimli bir öğretme-öğrenme sağlamak için, davranış bilimleri ve iletişim alanındaki araştırma bulgularına dayalı olarak, tüm olanaklardan yararlanıp, öğretme-öğrenme süreçlerini sistematik biçimde tasarlama, uygulama, değerlendirme ve geliştirmeyi esas alan bir bilim dalı olarak tanımlamak mümkündür (E'sele, 1994).

Eğitim Teknolojisi, belirlenen eğitim hedeflerine ulaşabilmek için gerekli yol, yöntem ve araçlarla ilgilenerek, eğitimin "Ne" ve "Niçin"ini saptadıktan sonra bunun "Nasıl" gerçekleşebileceği konusuyla uğraşmaktadır (Alkan, 1995).

Yeni teknolojik sistemler, öğretme-öğrenme süreçleri, eğitim ortamları, eğitimde insan gücü ile ilgili gelişmeler ve program düzenleme yöntemlerinde yeni yaklaşımlar, eğitim teknolojisi alanındaki gelişmeleri oluşturmaktadır (Alkan, 1984). Bunun sonucunda eğitimde verimin arttırılması, niteliğin yükseltilmesi ve karşılaşılan sorunlara çözümler bulunması beklenir. Genel olarak karşılaşılan sorunlar şöyle özetlenebilir:

- Günümüzde eğitim olanaklarından yararlanmak isteyen nüfusun hızla artmasıyla ortaya çıkan isteği karşılamada, fiziksel, sosyal ve ekonomik sıkıntıların ortaya çıkması;

- İçinde bulunduğumuz bilgi çağında, bilgi patlaması nedeniyle bireylerin öğrenmesi gerekenlerin artması ve giderek karmaşık bir yapı alması;

- Eğitim sistemlerinin, büyük bir hızla artan bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeleri takip etmede ve eğitim ortamlarında uygulamaya geçirmede yetersiz kalması;

- Eğitimde bireysel farklılıkların önem kazanması nedeniyle, bu ihtiyaçları karşılayacak sistemlerin geliştirilmesinde yetersiz kalınması;

- Toplumdaki ekonomik ve sosyal dengesizliklerin artması nedeniyle eğitimde büyük ölçüde gözlenen fırsat eşitsizliklerinin oluşması;

- Öğretmen-öğrenci oranlarında meydana gelen dengesizlikler;

- Yeni ihtiyaçlara yanıt verebilmek için program geliştirmede ve öğrenme-öğretme süreçlerinde, sürekliliği sağlamada yetersiz kalınması;

- Toplumda değişen ekonomik ve sosyal koşulların, öğrenci-aile-çevre ilişkilerinde yeni sorunlar yaratması;

- Ülkelerin değişen politik ve ekonomik yapıları sonucu, devlet bütçesinden eğitime ayrılan payın giderek azalması;

Karşılaşılan bu tür sorunları çözebilmek için, eğitim sistemlerinin, sosyal yapıdaki ve eğitim alanındaki değişmelere ayak uyduracak bilimsel ve teknolojik bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir (Keser, 1990).

Bir Amerikan kurumu olan Bilişim etkinlikleri ulusal forumu, eğitimli öğrencileri aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

"bilişimsel açıdan gerekli olan elemanların belirlenmesini gerektiren karmaşık bir problem çözme sürecini başarıyla tamamlayan, bir araştırma stratejisi belirleyen, gerekli kaynakların yerlerini belirleyen, bulduğu bilgileri anlayıp değerlendiren, bilgileri çözümleyip anlam verebilen, bilgiyi diğer bireylere iletişim yoluyla aktarabilen ve nihayet

orijinal problem temelinde ulaştıkları sonuçları değerlendirebilen " bireylerdir (Cohen 1995,s.1).

Teknoloji öğrencinin kendi kendine inceleme, keşfetme yapmasını güdülemekte çok önemli bir rol üstlenmiştir(Nicaise, Barnes 1996).

Perkinse göre(1992) *teknoloji* bir danışma-bilişim kaynağı,bir öğrenme aracı ya da bir depolama aracı olabilir. Örneğin bilişimsel CD-ROM'lar, laser diskleri, database'ler, on-line referanslar İnternetteki mahaller öğrenciye ayrıcalıklı ve dinamik kaynaklar sağlayabilirler. Elektronik posta(E-mail), haberleşme grupları, ve listserver'lar öğrenciye her biri değişik düşünce ve fikirlere sahip bir çok kişiyle iletişime girme olanağı verir. Böyle bir etkileşim öğrencinin diğerlerinin fikirlerine tepki verme, bazı fikirlere karşı çıkma, ve kendi fikirlerini yansıtma olanağı vermektedir. *Teknoloji* (simülasyonlar ve mikrodünyalar yoluyla) öğrenmeyi özellikle de karmaşık kavramları anlamayı kolaylaştırır. Geometric Supposer (Schwars ve Yerusalemy,1985) CABRI Geometry(Labordei1990) ve Geometer's Sketchpad(Jackiw,1991) öğrenciye görsel ve nümerik data yaratıp bunları değiştirebileceği ortamları sağlayan birer software programlarıdırlar. *Teknoloji* , kullanımı yoluyla bilişimce zengin bir sınıf ortamı yaratması yanı sıra, öğrenciye bilgi depolanması amacına da yardımcı olabilir. Word-processor'lar, spread-sheat'lar ve diğer örgütleyici araçlar öğrenciye e-mail mesajlarını birleştirmede; ders planlarını,imajları geometrik konstrüksiyonları ve dataları down-load etmede, depolamada yardımcı olabilir. Daha da ötesi, *teknoloji* öğrenci ve öğretmenleri bilgiyi tanıma, birleştirme ve paylaşma olanağıyla donatır.

Telekominikasyon teknolojileri (video yoluyla konferans verme, elektronik posta, on-line bildiri panoları ve data-base'ler vb.) öğrenci-öğretmenler, deneyimli eğitmenler arasındaki bağı güçlendirebilir. Teknoloji, düşüncelerin alınıp verilmesi, ders planlarının tartışılması yoluyla diğer meslektaş yada uzmanların oluşturduğu kaynaklara ulaşmayı, internet yada CD-ROM kayıtlarıyla müfredat malzemelerinin gönderilmesini de kolaylaştırılabilir.Teknoloji bunlara ek olarak genç öğretmenlerin genellikle mesleklerinin ilk yıllarında yaşadıkları endişe, korku,yanlızlık duygularının yenilmesinde kendilerine güvenli bir yardımcı olarakta işlev görür.(OTA,1995,s.166)

Teknoloji, ayrıca öğretmen-ağırlıklı geleneksel eğitim müfredatlarının geliştirilmesi ve iyileştirilmesine de destek sağlayabilir. (Office of Technology Assesment,US congress IOTA 1995, s.166-181).

Öğretmenin rolü bilgi dağıtmaktan, bilgiyi sıraya koymaktan ve test metinleri yaratmaktan yönlendiriciliğe, rehberliğe, problem ve işlev(task) belirlemeye doğru değişmiştir. Öğretmenin sorumluluğu artık, öğrencinin düşünmesini, çözüm üretmesini ve anlamları yapılandırmasını sağlayan bilgi alış-verişinin zengin olduğu bir atmosfer yaratmaktır. Yapılandırma süreci(processe) öğrencinin dış aramalara giriştiği CD-ROM database ,referans malzemeleri, video ve müzik kitaplıkları ile İnterneti etkileşim aracı olarak kullanmaya giriştiğinde başlar. Örneğin, öğrenci-öğretmen adaylarının kendilerini ders sırasında video kaydına almaları, bunları daha sonra kendi kendilerine değerlendirmeleri, diğer öğretmenlerle işbirlikçi-planlama sürecinde kullanmaları açısından son derece önemli bir olanak sunmaktadır.

Teknoloji öğretmenlere değişik öğretme yolları sağlar. Bizim rolümüz öğrenciye problemler vermekten, problem takdim etmeye, kaynak göstermeye ve soru sormaya doğru değişmiştir.

Geleceğin öğretmenlerinin, öğrenme gereksinimlerinin sağlanmasında yalnızca geleneksel anlatım tekniği, ders kitabı vb. yerine, Laser Diskleri, CD Romlar ve Video teypler gibi multimedya teknolojilerinin kullanımı daha sağlıklı sonuçlar verebilmektedir (McMillan, 1991-92).

Üniversite sınıflarında, bazı öğretmenler örneklendirme yapmak yada belirli öğrenme hedeflerini gerçekleştirmek üzere direk öğrenme yöntemlerini kullanarak bilgisayarlardan yararlanır. Örneğin *Matematik* alanında fakülteler, öğretmenin ders vermesine yardımcı olarak, egzersiz ve uygulama pratiklerinin yerleştirildiği bilgisayar programlarını kullanır.(Becker 1991) Genelde bakarsak, teknoloji fakültelerdeki matematik eğitiminde köklü değişiklikler yapmamış, bunun yerine *teknoloji* çoğunlukla geleneksel eğitim pedagojisini yansıtmıştır.

Fakülteler *teknolojiyi* güç matematiksel kavram ve algoritmalar ile alışılmamış rutin bir pratik yapma yerine, öğrenciyi anlamlı bir öğrenme sürecine bağlamakta kullanabilirler.

Teknolojiler data değerlendiren, karmaşık problemleri anlayabilen ya da sosyal diyalog ve tartışma becerisi olan öğrenci tipi yaratır. Teknoloji kullanımında bir kere ustalaştıktan sonra öğrenci çok sayıda kaynağa ulaşarak ve bunları birleştirmede çok hızlı bir araç elde etmiş olur. Bunlar doğru bilgi ve yanıtları bulmakta daha az zaman harcarlarken, analiz, yansıtma ve bir anlayış geliştirmede daha fazla bir zamanı kullanırlar. *Teknoloji* yüksek düzeyli bir düşünme alışkanlığı geliştirebilir.Amaç teknolojiyi kullanarak çözülen problemlerin, bu olmaksızın çözülen problemlerden fazla olduğunu göstermek değildir. Burada amaç, matematiğe yeni başlayan öğrenciler için teknoloji olsun ya da olmasın önemli olan bir düşünme alışkanlığının teknoloji yardımı ile daha kolay verilebildiğinin gösterilmesidir.

Bilgisayar ve video destekli simülasyonlar öğretmenlere ,üniversite sınıflarında öğrenilen pedagoji bilgisi ile okul sınıfları arasındaki en önemli boşluğu oluşturan korkusuz ve endişesiz bir çevrede aşmaları gereken gelecekteki problemler hakkında belirli bir uygulama pratiği sağlar.

Teknolojinin, çağdaş eğitimi bütünleyen bir araç olduğu düşüncesi gelişmiştir.Teknoloji, öğrencinin kendisini düzenleme ve ayarlamasına olanak sağlayan bir eleman olarak görünmekte, eğitimin öğretmen-ağırlıklı kütlesel bir etkinlik değil, bireysel olarak yönlendirilen yansıtıcı bir etkinlik olduğu düşüncesini desteklemektedir. Öğrencilere özgürlük ve esneklik verildiğinde, bilişimce-zengin bir çevre sağlandığında ve uygun ödevlerle yol gösterildiğinde daha kolay öğrenmektedirler.

Öğrenci eğitimindeki kritik elemanın teknolojiye ulaşmak değil iyi öğretme becerisi olduğu vurgulanmaktadır.

Wishnietsky (1993) küresel ***eğitimi*** aşağıdaki biçimde tanımlamaktadır:

"....ulusal sınırları aşan konularda, öğrenme ve ekolojik ,kültürel,ekonomik,politik ve teknolojik sistemlerin birbiriyle ilişkili olmasına dair bilgilerin edinilmesi, öğrenilmesi..." Küresel ***eğitim*** her şeyi diğerlerinin gözü, bilinci ve kalbiyle görmeyi ve buna göre bir bakış açısı edinmeyi içerir ki, bunun anlamı bireylerin ve grupların yaşama farklı baktığının fakat gereksinimlerin ve isteklerin ortak özellikler taşıdığının bilincinde olunmasıdır.

Casey(1966)'in rapor ettiğine göre öğrenci eğitiminde telekominikasyon teknolojilerinin kullanılması aşağıdaki açılardan yararlı olmuştur :

-Öğrenciler arasında düşünce alış- verişi (reflektion-yansıtma)artmış

-Bilgisayar ve diğer teknoloji esaslı desteklerin kullanımı üzerindeki bilgi,beceri ve bunların kullanımı artmış

-Teknolojiden alınan pozitif destek nedeniyle kendine güven duygusu artmıştır.

Casey'in bu projede elde ettiği değerler bütün dünya ve USA tarafından kabul edilmiştir.

Ulusalcı, zirai ve endüstriyel toplumlardan, küresel, bilişim ve iletişim ağırlıklı bir topluma geçiş sürecinde çok hızlı değişim ve gelişimleri günümüzde yaşamaktayız.Bilgisayarlar, video ve iletişim teknolojileri yoluyla, sürekli ve çoğu zaman ani biçimde, her gün dünyanın dört bir yanından bir bilgi bombardımanı ile karşı karşıya kalıyoruz. Sayısal kuvvetler biçiminde artan bilişim ve bilgilerin genişliği nedeniyle, son yüzyıllarda elde edilen eğitim becerileri ne öğretmenleri ne de öğrencileri 21.yüzyıla başarıyla taşımaya yetmeyecektir.

2.2 Teknolojinin Günümüzdeki Gelişimi ve Matematik Eğitimindeki Rolü

Telekomünikasyon teknolojileri, kültürler arası değişimde yeni yollar açmaktadır. 19.Yüzyılda bir çok zengin aile çocuklarına iyi eğitim vermek üzere onları sınır aşırı ülkelere gönderir, diğer ülkelerde bir gezinti yapmasını sağlardı. Bu gün bile Avustralya ve Yeni Zelanda da bir çok genç geniş bir YD(yabancı ülke deneyimi) kazanmak için sınır ötesi ülkelerde çalışmaktadır. Bir insanın dünyaya bakışını, yabancı bir ülkede geçirilen bir süre kadar hiçbir şey genişletmezse de, teknoloji, öğrencilerin diğer kültürler hakkında bilgi sahibi olması için önemli olanaklar sunmaktadır.

E-mail ve elektronik panolar aracılığı ile, öğretmenler diğer ülkelerdeki meslektaşları ile iletişim kurabilmektedirler. Öğretmenlerin çoğu, öğrencileri için bilgi derleyebilecekleri ,eğitimsel düşüncelerini paylaşabilecekleri bir meslektaş bulma sürecinde on-line olanaklara sahip kılınmaktadır. Öğretmenler uyguladıkları müfredat malzemelerini- örneğin ders planları, tam program içerikleri ve bölgesel fotoğrafları - Internet aracılığı ile diğer meslektaşlarına gönderebilmektedir.Dünya çapındaki web sitelerinden bazıları aşağıdadır:

* The Global School House (http: www.gsh.org/)
* Teacher's Helping Teachers (http://www.pacificnet.net/mandel/index.htm)
* Whales: Temasal bir web birimi(http://curry.edschool.virginia. edu/go/Whales/ Contents.HTML)
* Kathy Schrock's Guide for Educators(http//www.capecod.net/schrockguide/)

Teknoloji öğrenciye ciddi destekler sağlamaktadır. Simülasyon software'leri öğrenciye karmaşık matematiksel kavramlarla ilişki kurması yönünde önemli olanaklar ve serbestlikler sunar. Sınıf öğretmenleri ile iletişimi sağlamakta kullanılan e-mail *teknolojisi* kendi düşüncelerini paylaşmak yada deneyimli öğretmenlere sorular yöneltmek olanağı sağlar. Bu konuda hazırlanan raporlar, öğrencilerin bu deneyimli öğretmenleri dinlemek, kendilerine sorular yöneltmek ve ilişki kurmaktan büyük zevk aldığını göstermektedir. Eğitme yönünden öğrenciye iletişim teknolojisi yansıtma, karşılıklı konuşma ve başkalarının fikirlerini öğrenme yönünde önemli yardımlarda bulunmaktadır. Internet web sayfası, öğrencilere müfredat programlarını diğerleriyle paylaşabilme olanağı tanır. Teknoloji kullanımı ile bilgi sahipliği öğretmenden öğrenciye daha etkin biçimde yönlendirilebilir.

Teknoloji, öğrencinin kendisini düzenleme ve ayarlamasına olanak sağlayan bir eleman olarak görünmekte, eğitimin öğretmen-ağırlıklı kütlesel bir etkinlik değil, bireysel olarak yönlendirilen yansıtıcı bir etkinlik olduğu düşüncesini desteklemektedir. Öğrencilere özgürlük ve esneklik verildiğinde, bilişimce-zengin bir çevre sağlandığında ve uygun ödevlerle yol gösterildiğinde daha kolay öğrenmektedirler

Matematik eğitmenleri için yeni teknoloji, keşfedilmeyi bekleyen bir çok olanağa sahiptir.Bu yeni teknolojinin en iyi kullanımını sağlamak üzere *Matematik Programı* nasıl değiştirilmelidir?Çoğu zaman bilgisayarlar kötü biçimde kullanılmakta, bu da hem bilgisayar hem de öğrencinin yeteneklerini iyi kullanamamasına neden olmaktadır. Oysa bilgisayarlar zihinsel matematik alışkanlıklarını ve matematiksel düşüncelerini geliştirmekte yardımcı olmak üzere kullanılabilirler.

Örneğin, cebirsel el bilgisayarı olan CAS (computer algebra system)'ın bulunmasının öğrenci performansı ve cebirsel düşünmeye olan katkısını inceleyen şu çalışmaya bakalım.Bu çalışma,özellikle orta dereceli okulların ilk yıllarındaki cebir programları söz konusu edildiğinde öğrencilerin sembolik ödevleri yapmasındaki performansını inceliyor.

Bilgiye yönelik her teknoloji başlangıç amacı bu olmasa bile direk veya endirek matematik eğitiminin uygulamasını etkiler.

Şu an 250 $ olan ve hemen hemen bütün cebirsel işlemleri yapabilen CAS Avustralya'da ki orta dereceli okullarda kullanılmaktadır. CAS adı verilen makinelerin gelişiyle, öğrencilerin sahip olmaları gereken , matematiksel deneyim konusu tartışılmaktadır. Örneğin hangi sembolik işlemleri, öğrenciler elle yapabilir durumda olmalıdır (Pea,1986).

Bu sorunun aciliyetini görmek için şu örneğe bakalım.12. sınıf öğrencisi olan bir çocuk, elle yapamadığı bir işlemi, CAS ile yaptığı için hocası bunu doğru kabul etmemiş ve aşağıdaki yorumu yapmıştır.

"Biz öğrenciye denklemleri doğru olarak formüle ettiği için not verdik. Zeki bir çocuktu ama tembeldi. Zaten cebirinin zayıf olmasının sebebi de buydu. Alıştırma yapmıyordu ve düzensizdi" (Roberts, 1997-a-b).

Öğrenciler denklem çözmeye benzer bir işlem yaptığı zaman, problemi çözme süreci iki adımda incelenebilir. Seçme ve yapılacak işleme karar verip uygulama. Birçok cebirsel işlemde daha önemli olan seçme aşaması, daha az önemli olan uygulama aşaması tarafından engellenmektedir. CAS sayesinde öğrenciler daha önemli sayılabilecek seçme işlemine konsantre olabilmektedirler. Çünkü uygulama kısmını CAS yapmaktadır (Kutzler 1997).

Bu durumda Robert'in öğrencisi başarılı kabul edilmeli mi? Anlaşıldığına göre öğrenci,yapılacak işlemlerin adımlarını biliyor fakat CAS yardımı olmaksızın bitiremiyor. Robert'in yazısına cevap olarak Stacey öğrencilerin sembol algılamasını değerlendirmek için yeni bir krater kümesi önerdi (Stacey 1997).

Bir öğrenci işlemi(prosedürü) anlıyor diyebiliriz eğer:

a) Prosedürün ne için olduğunu biliyorsa ,

b) Ne çeşit verilerin gerekli olduğunu biliyorsa ,

c) Hangi durumlarda prosedürün kullanılacağını biliyorsa ,

d) Aldığı cevabın ne anlama geldiğini biliyorsa ,

e) Aldığı cevaptaki hatayı fark edecek durumdaysa (örneğin veri hataları)

Bu kriterler sembolik prosedürlerin teknolojinin değil, öğrencinin kumanda ettiğini ölçüyor. Teknolojik olarak zengin bir çevrede, bilgiye yönelik işlerin hangilerinin kişiye, hangilerinin de teknolojiye verilmesi gerektiğini ayırt etmek zordur.

"Sembolik algılama" nın önemini belirleme işlemine belki de dört işlem hesap makinelerinin etkilerini araştırmakla başlanabilir. Bazı şeylerin öğretilmesinin gerekmediği erken fark edilmiştir. Özellikle büyük sayıların uzun bölüm işlemleri, logaritma tabloları ve logaritmaların karmaşık işlemleri ders programlarından çıkarılmıştır. Aynı zamanda kısa sürede anlaşılmıştır ki çocuklar sayıları bilmezse, hesap makinelerini de doğru kullanamazlar. Düğmelere basmak hatalara sebep olabilir, bu nedenle cevabın ne olacağını öğrenci aşağı-yukarı bilmek zorundadır. Öğrencilerin sağlam bir sembolik algılamaya sahip olmaları için, nasıl bir deneyimden geçmeleri gerektiği bilinmelidir. (Groves, 1994).

Lise programlarında CAS'ın etkisi hakkındaki araştırmalar şu an yeterli değildir. Özellikle orta okulda daha da azdır. Keller ve Russel (1997) de birer dönem süren 7 araştırmanın beşinde, temel kavramların anlaşılmasında ilerleme olduğunu ve işlem yapma becerisinde kayıp olmadığını, diğer iki araştırmada da final sınavlarındaki başarıda değişiklik olmadığını gözlemlediler.

CAS'ın 14-15 yaş grubu öğrencilerinin kuadratik fonksiyon işlemlerinde kullanılması konusunda Hunter ; eğer öğrenciler matematiksel olarak CAS'ı kullanmaya hazırlarsa, CAS'ın öğrencilerin cebirin soyut kavramlarını anlamalarına yardımcı olacağını söylemiştir.

Grafik çizme teknolojileri okullarda okutulan cebirin tabiatını, on yada yirmi yıl öncesine göre tahmin edilemeyecek ve matematik eğitimi ile ilgili bir çok kişiyi endişeye sevk edecek biçimde değiştirmiş bulunmaktadır. Oysa her yeni teknolojik gelişme ile birlikte insanlar matematik eğitiminde teknolojik altın çağın bir adım ötede olduğunu düşünmeye başlamışlardır. Grafik çizen hesaplayıcılar çevresinde gelişen istek ile internetin eğitimsel amaçla kullanımına hepimizin gösterdiği ilgi ve merak bunun kanıtıdır.

Goldenberg (1996), matematiği bazı sonuçların ve belirsizliklerin toplamı olarak değil fakat düşünme yöntemleri toplamı, düşünme alışkanlıkları olarak tanımlamaktadır. Matematik eğitiminden amaçlanan şey, 2500 yıllık matematiksel çalışmalarla elde edilen sonuçlar hakkında öğrencinin bilgi sahibi olması ve buna eşdeğer önemde de öğrencinin bir çalışma alışkanlığı, eşyaya matematiksel bir bakış biçimi geliştirmesidir. Matematik eğitimi bunları içermelidir.

Geleneksel program içerisinde aklın matematiksel alışkanlıklar geliştirmesine çok az önem verilmektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin kendi kafalarında yarattıkları ve çoğalttıkları imajların, aynen öğrencilerin zihinlerinde de oluşacağı varsayılmaktadır. Çoğunlukla durum böyle değildir ve çoğu öğrenci, deneyimli matematik kullanımcılarının da yaptığı gibi taklitçiliğe, ezberciliğe Goldberg'in (1996) da tanımladığı düşünce biçimlerinden çok farklı düşünme yöntemlerine baş vururlar.

İnsanların zihinsel mekanizmalarını bilgisayarların yardımı olmaksızın harekete geçirerek çalıştırmaları bir kaç bin yıllık bir geçmişe sahiptir ve bunu yapabilen insanların sayısı sınırlıdır.

Bilgisayar teknolojileri olmasaydı, öğrenci burada sadece tuttuğu notlarla yetinecek ve bu notları zihninde yaşama geçirebilen öğrenci, onları defterinde hareketsiz kütleler halinde tutan öğrenciye oranla daha başarılı olacaktı. Oysa notlar bir bilgisayarda işlem gördüğünde, öğrenciler kendi kurdukları modelle çalışırlar, doğruluğunu araştırabilirler hatta bu modelleri çok daha karmaşık modellerin bir parçası olarak da kullanabilirler. Zihinlerinde bir modelin değişik parçalarını canlandırma alışkanlıkları henüz yeteri kadar gelişmemiş olan öğrenciler, bu parçaları tek tek oluşturup, bunların birleştirilmesini şimdilik bilgisayara bırakabilirler.

Sıkıcı hesaplamalar yapma zahmetini azaltmak için teknoloji kullanımını bu tür işlemlerden bir an ayırmak gerekir. Eğer bir hesap makinesinin temel amacı belli bir problemin sıkıntılı işlerini azaltmak ve problemin temel amacı da bir yanıt ise, o zaman bütün gerekli işlem bir butona basmak olacağından öğrenci zihnini ekonomik kullanarak başka hiç bir şey görmeyecektir. Aynı şey bilgisayar cebir sistemi için de söylenebilir.

Bir öğrenci sekiz farklı noktadan geçen bir polinom bulmak istediğinde, söz konusu problem için bunun matematiksel açıdan nasıl yapılabileceğinin araştırılması amaç değilse, on beş dakika uğraşıp yanlışlığa götürmesi olası, sıkıcı el hesapları yapmanın hiç bir gereği yoktur. O zaman bir bilgisayar cebir sisteminde işlevini nasıl yerine getirdiğini bilmeksizin "+" işaretine basılması gibi, bir hesap makinesi kullanmak uygun olacaktır. Eğitimsel açıdan bu etkinlik sorgulanabilir durumdadır.

Analitik düşünce, şu ya da bu biçimde birbiri ile ilişkisi olan geometrik şekilleri canlandırdığınız düşünsel deneyler yapmayı içerir. Köşeleri biraz kesilmiş, kıvrıldığı zaman bir kutu oluşturabilecek bir dikdörtgen düşünün. Çok küçük olandan kısa kenarın yarısına kadar değişen büyüklüklerde kutular dizisini canlandırın. Yukarıdaki cümleyi okuyup neden söz edildiğini tam olarak canlandırabilirsiniz ve aynı zamanda öğrencinin bunu yapmasının ne denli zor olduğunu da bilirsiniz. Doğru bir software, eğer iyi kullanılırsa, öğrencinin böylesi deneyler yapmasını olanaklı kılacaktır. Bu tür etkinliklerin öğrencilerin bu gibi canlandırmaları yapabilmelerine yardımcı olup olmadığı araştırma aşamasındadır(EDC 1996b).

2.3 Matematik Öğretiminde Kullanılabilecek Bazı Matematik Yazılımları

2.3.1 Logo

Öğrencilere geometrideki kavramları incelemeleri ve bulmalarında yardımcı olmak için kullanılabilen bir yazılımdır. Öğrenciler, genellikle, geometrik kavramları, kağıtları geometrik şekillerde katlama; çizgiler, açılar arasındaki ilişkiyi yansıtıcı kullanma gibi somut deneyimleri kullanarak bulmaya çalışırlar. LOGO, ya da "kaplumbağa geometri", bu somut deneyimler ve teoremler ile kanıtların soyutluğu arasında köprü kuran, düzlem geometrideki kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasına yardımcı olan bir yazılım olarak düşünülür (Papert, 1982).

Logo da öğrenme kendiliğinden oluşmaz. Bu oluşumda öğretmenin bir rehber olarak görev alması gerekir. Ayrıca, her laboratuvar olayında olduğu gibi, öğretmenlerin, öğrencilerin zorluk çektiklerinde yönelttikleri sorular ve öğretilen LOGO etkinlikleri ile matematiksel kavramlar arasında doğru bağlantılar yapıp yapmadıklarını kontrol etmeleri için hazır olmaları zorunludur (Baki, 1994).

2.3.2Cabri-Geometry

Yazılımlar çeşitli canlandırmalarla birlikte kullanıcılara, içinde yeni matematiksel keşifler yapabileceği dünyalar sunmaktadır. Cabri-geometry böyle bir matematiksel dünyayı matematikçiye ve matematik öğrencisine sunmak için geliştirilmiş bir yazılımdır.

Bu yazılımda, ekrana mouse yardımı ile Oklid geometrisinin esas elemanları olan nokta, doğru, üçgen, çember çizilebilmekte, ekrana çizilen bir geometrik şekil mouse yardımı ile istenilen konuma getirebilmekte ve aynı şekil üzerine yeni geometrik yapılar kurulabilmektedir. Geometrik şekildeki objeler birbirine matematiksel olarak ilişkili olduğu için, her değişik durumda, bu objelerin birbirlerine karşı yeni durumlarını ve karşılıklı ilişkilerini gözlemleyebilme şansı doğmaktadır (Baki, 1995)

2.3.3 Maple Programı İle İlgili Bir Çalışma

Bir matematik yazılım programı olan Maple, Birmingham üniversitesi Matematik ve İstatistik Okulunda, birinci sınıf öğrencilerinde, dersi desteklemek için kullanılmaktadır. Bu ders, cebir ve analiz konularını kapsamakta ve geleneksel yöntemlerle öğretilmektedir. Maple programı, öğrencilere kesin ve yaklaşık hesaplamalar arasında karşılaştırma olanağını ve tipik test problemleriyle ilgili geniş bir veri tabanının kullanımını sağlamakta ve tasarlanan ile istenen arasındaki ayrımı gösterir fonksiyonun genel kavramını kolay bir şekilde belirtebilmektedir (Hermans, 1996).

MAPLE matematik öğrenme ihtiyacını ortadan kaldırmamaktadır. Öğrenciler hala problem kurmanın daha önemli konularında, uygun matematik modelleri seçmede ve cevaplarını yorumlayıp kontrol etmede, kendi zekalarına ihtiyaç duymaktadırlar (Barlıng, 1996).

2.3.4 Mathematica

Günümüzde, matematikçilere ve matematik eğitimcilerine hizmet veren diğer bir yazılım da, Mathematica'dır. Bu yazılımın en önemli özelliği matematiksel işlemleri matematiksel modellere dönüştürebilmesidir. Tekrar ettirme tekniği de burada kolaylıkla uygulanabilmektedir (O'hagan, 1996).

En karmaşık cebirsel denklemlerin çözümleri ve onların grafikleri, iki değişkenli fonksiyonların üç boyutlu uzaydaki grafikleri, insana evrenin matematik modellerle ifade edilebileceği ümidini vermektedir. Kafamızda canlandırdığımız bir matematiksel işlemin ekranda model olarak karşımıza çıkması, matematiksel düşünme kapasitemizi arttırmaktadır.

2.4 Grafik Hesap Makineleri

Campbell ve Steart'ın (1993) yapmış olduğu araştırmalarda, öğrencilerin hesaplamalara ve algoritmik rutinlere daha az zaman harcamaları ve bunun sonunda problem çözme işleminin diğer kısımlarına daha çok zaman ayırmaları nedeni ile hesap makinesi kullandıkları zaman daha kolay problem çözdüklerini gözlemişlerdir.

Hesap makineleri ve bilgisayarlar ve birçok öğrencinin tek bir sınıfta çalışmasını mümkün hale getirmektedir.Kalem-kağıt becerilerinin eksikliği bir çok öğrenciyi matematiksel muhakeme yapmaktan alıkoymuştur. Öğrenciler robotlar gibi hesap yapma zorunluluğundan kurtarıldığı zaman, düşünüldüğünden daha zeki oldukları anlaşılacaktır (Usiskin, 1993).

Grafik hesap makineleri öğretme-öğrenme sürecinde kullanıcılara pedagojik anlamda gelişme fırsatı da yaratmaktadır. GrHeMa öğrencinin, zihinsel ve kalem-kağıtla hesap yapma becerilerinin yerini almamakta, tamamlayıcı öğrenim gereçleri olarak, öğrencilere çoklu çözüm tekniklerini sağlayarak, problem çözme yeteneklerini artırmada, düşünme güçlerini geliştirmede yardımcı olan birer araç olarak düşünülmektedir (Fey,1992; Ruthven, 1995). 1970'lerin son dönemindeki mikrobilgisayarların yaptığından daha çok kullanıcı-erişimli hafızaya sahip bulunmaktadırlar. Bunlar, diz üstü bilgisayarlarından daha kolay, taşınabilir, çok daha ucuz ve kullanımı daha kolay iyi programlanmış minyatür, özel amaçlı bilgisayarlar olarak düşünülebilmektedir (Kissane, 1997).

Quseda (1996) göre grafik hesap makineleri öğrencilerin sunumlarını değişik metotlar (grafik,sayısal, sembolik gibi) kullanarak, yapmalarına olanak vermektedir. Böylelikle öğrencinin kendisine güveni artmakta ve sunumlarını en iyi şekilde gerçekleştirebilmektedir.

Bir araştırma sonucunda grafik hesap makinesi kullanan öğrencilerin;

- Grafikleri denklemleriyle daha iyi ilişkilendirebildiği,
- Grafik bilgisini daha iyi okuduğunu ve yorumladığı,
- Fonksiyonların bütün özelliklerini daha iyi anladığı,

- Daha fazla değişik sunumlar deneyerek fonksiyonlar için "örnek bazını" arttırdığı,

- Grafik, sayısal, cebirsel sunumlar arasındaki bağlantıları daha iyi anladığı,

- Cebirsel işlemlerle değil, matematik problemleri üzerinde yoğunlaştıkları,

- Problem çözmeye çok arzulu olduklarını ve uzun problemlerle sıkılmadan baş başa kalabildikleri saptanmıştır (Dunham ve Dick,1994).

Elde edilen araştırma sonuçlarına göre grafik hesap makineleri, özellikle fonksiyonların öğretimini temel ve öğrenimini etkilemekte, daha etkileşimci ve araştırmacı öğrenme ile sonuçlanan öğretmenlerin ve öğrencilerin sınıf içi rollerindeki değişimleri kolaylaştırmaktadır (Dunham ve Dick, 1994).

Bütün bu uygulamalar, teknolojinin çağdaş eğitimi bütünleyen bir araç olduğu düşüncesini desteklemektedir. Teknoloji öğretmenlere değişik öğretme yolları sağlar. Öğretmenin rolü, öğrenciye problemler vermekten, problem takdim etmeye, kaynak göstermeye ve soru sormaya doğru değişmiştir. Bu gün çağdaş eğitimin herhangi bir amacı olmadığı, içeriği olmayan bir programa sahip olduğu gibi yanlış bir anlayış bulunmaktadır. Bu gerçeği yansıtmaktan uzaktır. Çağdaş eğitim yönteminde, öğretmenin rolü belirli öğrenme amacını ve hedeflerini belirlemektir: Oysa bilgi ve becerinin iletilme biçimi yine de farklıdır. Öğrenci eğitimi uygun ödevler ve öğretmen danışmanlığı çevresinde dolanmaktadır. Ödev, karmaşık bir bütünü oluşturmak için, küçük parçalar dokuyan bir araç olarak işlev görür. Öğretmenin rolü burada, öğrencinin gereksiniminden kaynaklanan bazı zamanlarda öğretme(yönlendirme) işlevini gerçekleştirmektir. Öğretmenler, öğrencinin gerek duyması halinde destek sağladıklarından bilgi anlamlı ve yararlı olmaktadır. Her sınıf çalışmasında öğretme işlevi ortaya çıktığından, eğitmenler olarak ;bütün programı ele alamayacağımız korkusunun yersizliği de anlaşılmıştır. Geleneksel eğitimden, çağdaş eğitime geçiş biraz güçtür. Çağdaş-yol göstermeli eğitimler teknolojinin birleştirilmesinde alınması gereken önemli bir yol bulunmaktadır. Bazı çağdaş düşüncelerin gerçekleştirilmesi oldukça güç görünmektedir. Öğretmen-merkezli eğitim üzerinde daha az durulurken, keşfedici-öğrenme üzerinde daha fazla durmak en ideal durum olacaktır; fakat tam anlamıyla bir keşfedici-eğitim sınıfı yaratmak oldukça güç bir iştir. Program içeriğini bireyselleştirme, planlamak ve oluşturmak diğer aşılması gereken bir güçlük olarak ortaya çıkmaktadır. Teknoloji bu işlevi kolaylaştırıcı bir rol üstlenebilir. Belirli programlara göre hazırlanan ve karmaşık yapıdaki CD-ROM'lar giderek yaygınlaşmaktadır. WWW site'leri her gün genişlemektedir.Bilgi çağında insanlar bilgiyi daha iyi yönetmeyi öğrendikçe içeriği (programı) bireyselleştirmek daha kolaylaşacaktır.

Ayrıca, bilişimce zengin bir sınıf oluşturmanın mali engelleri de bir hayli önemli olmuştur. Nihayet, bir çok kişi çağdaş eğitimde öğretmenin rolünü çok ilginç buluyor olsa bile, geleneksel eğitimin alt edilmesi gelecekteki yeni hedef olacaktır.

Öğretmenlerin danışmanlık ve kılavuzluk yapma, problem yada ödev hazırlama ve yönlendirici olma konusunda yetiştirilmesine gerek duyulmaktadır.

Klasik eğitimde, pasif biçimde metin okunmasını dinlemeye ve seçmeli testi yanıtlamaya alıştırılmış bulunan öğrencilerin daha fazla düşünsel bir çaba harcaması ve daha fazla çalışması gerekecektir. Lise öğrencileri, kendi-düzenlerini kurarken ve bunları elde etme becerilerini geliştirmeye çalışırken, çok daha fazla desteğe gerek duyabileceklerdir. Aşılması gereken en önemli konu da öğrencilerin anlama düzeylerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi olacaktır (Lim,Baker & Dunbar 1991)

Yeni değerlendirme işlemlerini öğrenmek, bunu öğrencilere uygulamak ve bütün bir sömestr boyunca yapılan değerlendirmeleri bütünleştirmek öğretmenler için vakit alan bir süreç olacaktır.

Çağdaş eğitim, aşılması gereken bir çok güçlüğe sahip bulunmaktadır. Yine de, çağdaş eğitimi kullanan bir sınıf oluşturmak önemli bir ilk adım olup, profesörler kadar, uygulamacı öğretmenler de, teknoloji destekli çağdaş eğitim sınıfları modellerine gerek duyacaklardır.

Bunlar olmaksızın bu eğitim türünün neye benzediğini , bu sınıflarda öğretmenin nasıl bir etkileşim içinde olması gerektiğini anlamak güçtür.

Yeniliğin, öğretmenin rolünde ani ve kökten bir değişikliğe neden olacağı yada öğretim sürecini mekanikleştireceği düşüncesi nedeniyle, öğretmenlerde yeniliğe karşı bir direnişin oluşması söz konusudur. Eğitimle ilgili teknolojilerin bir çoğunun başarısızlığa uğramasının nedeni, makinelerle birlikte kullanılacak materyallerden çok makinelerin kendilerine önem verilmesindendir (Van Wych, 1971).

Yeni öğretim teknolojileri kullanımı ile ilgili kuramsal güzelliklerin uygulamaya konulamaması üzücüdür. "Daha da kötüsü öğrenme basamaklarını yönlendirmekle görevli olanların, bu basamakları daha da zenginleştirebilecek teknolojileri kullanmayı hiç öğrenememeleri ya da bu konuda hiç bir eğitim almamalarıdır" (Cooper, 1978).

Kozma'ya göre (1978), Keller'in kişisel eğitim sistemi ve Pastlethwait'in İşitsel-Eğitsel sistemleri gibi yayınlanmış birçok yeniliğe rağmen, oldukça az sayıda okul, bu tür yenilikleri kullanmaktadır. Okul derslerinin düz anlatım biçiminde işlenmesi eğilimi günümüzde de geçerlidir. Kozma bunu, öğretmenlerin eğitimli olmamalarına yada bu tür yeniliklere yabancı olmalarına bağlamaktadır.

Berman (1969) eğitimde yeniliğin, öğretmen eğitiminden geçtiğini vurgulamaktadır. Öğretmenler eğitim teknolojisinden korkma eğilimindedirler ve konuya şüpheci bir biçimde yaklaşmaktadırlar. Bu bakış açısı öğretmenin ekipmanı kullanmak zorunda olmasından ve alet bozulursa yada doğru kullanılamazsa öğretmenin sınıfın karşısında zor durumda kalacağı düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Sanırız bu nedenle eğitimciler, kimi zaman beklentilerini gerçekleştirmede hayal kırıklığına uğramamak için, kitle iletişim araçlarını kullanmada heyecana kapılmaktadırlar.

3. MATEMATİKSEL MODELLEMEYE TARİHSEL BİR BAKIŞ ve MİKROBİLGİSAYAR LABORATUVARLARINDA YAKLAŞIK ALAN HESAPLAMALARI

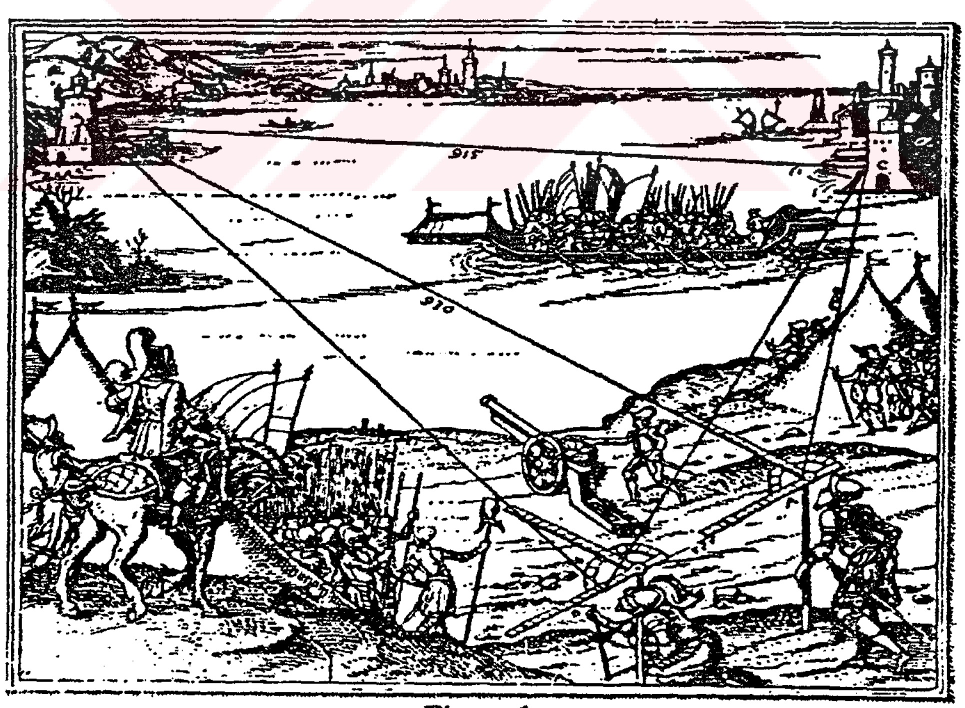
3.1. Matematiksel Modellemeye Tarihsel Bir Bakış

Matematiksel modelleme ile ilgili kavram ve yöntemlerin sınıfta ele alınıp değerlendirilmesi öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirir. Matematik modelleme tekniklerinin sistemli bir şekilde incelenmesi, öğrencilerin problemleri formüle etmesine, bu problemleri matematiksel terimlerle tekrar düşünmesine ve problemlerin koşul ve alanlarında mümkün olabilecek en sağlıklı çözümlerini bulmasına olanak sağlayacaktır. Birçok matematiksel model durumlarının bulunabildiği günümüz dünyasında tarihi bir temeli olan matematiksel modellerin incelenip sıralanmasının özel pedagojik değerleri vardır. Mesela bir sınama model koşullarının mekaniğini, insanların taleplerini her zaman güvenilir şekilde karşılamak için nasıl geliştirilip zarifleştirildiğini ortaya çıkarmalıdır. Örneğin havan topunun yörüngesi böyle bir model kurmaya olanak sağlar.

Bu ana fikir öğrencilerin hayal ve düşüncelerini kuşatır ve sınıfta farklı tartışmaların meydana gelmesi için bir temel teşkil eder. Havan topu ilk kez onaltıncı yüzyıl Avrupasında göründü. Günümüzde halen var olan bu "cehennem aygıtları Edward III. ün "De Officus Ragnum" (The Duties of Kings) adlı 1327 yılındaki bir derlemesinde bulunabildi.

3.1.1 Giriş

İlk havan topları genel olarak ilkeldi. Savaş silahı olarak etkileri ilk bakışta psikolojikti, çıkardıkları sesler atları korkutuyor böylece orduların hücumlarını kesiyordu. Boruların içinde beraber bulunması yasaklanmış metal değneklerden yapılmışlardı. İlk havan topunun gücü, hedefi tutturma doğruluğu ve güvenliği oldukça kısıtlı idi. Teknolojinin gelişimi ile metal namlular katı dizginleyici rampalarla tekrar düzenlendi. Namluların (fıçıların) ağır zahmetli tarafları giderilmeye başlanıp kısa yörüngelerde tutarlılıklarının arttırılması silah namlusu üreten makinelerle geliştirildi. 15. yy ın ortalarında top kullanıcılar için daha güvenli, doğru hedefli olarak geliştirilip korkunç savaş aletleri haline getirildi. İlk olarak derebeyi silahı olarak kurulan toplar şatoların ve kale duvarlarının tahrip edilmesinde oldukça verimliydiler. Ayrıcalık ve sağlam yalıtımın koruması feodalizm devriyle bir tutuldu ve bitti. Topçu sınıfları mümkün olduğunca nam ve şöhret elde ettiler. Bunlardan meşhur olanlar Edinburgh un 13 feet uzunluğundaki " Mong Meg" di. 105 paund tutarında barut atıyorlar ve havan toplarını 4/5 mil uzağa atabiliyorlardı. Güçlü ve ölçülü her topçu sınıfı topçuluktaki ustalıklarıyla ve bireysel özellikleriyle tanınıyordu. Bu prestijleri, yalnızca menzili tutturmadaki verimlilikleri ve tecrübeleriyle ölçülebiliyordu. Erken Rönesanssın teknolojik avantajlarıyla savaş tekniği bilimsel ve deneysel temellere dayalı olarak derinleşti ve mahmuzlandı. Askeri mesleklerle ilgili mühendislik, topçu sınıflarının lojistik destek ve taşımaları, verimli ateşleme modellerinin kurulması ve çarpışmaların düşman sınırlarını tahrip etmek için konsantre edilmesi ile menzil konusu önemli olmaya başlamıştı. Havan topunun yörüngesi neydi? Bu konu geometri ve dönemin en gelişmiş matematiği ile tanımlanıp analiz edilebilirdi (Şekil1). Bu aynı çağda yaşayan matematikçilerin gönüllü olarak zamanını aldı, birçoğu kendilerini askeri mühendisliğe adadı. Böylece "havaya atılan bir cismin hava içerisindeki hareketi esnasında çizdiği yörünge" konusu çağdaş ve entelektüel bir tartışma olarak ilgi görmeye başladı.



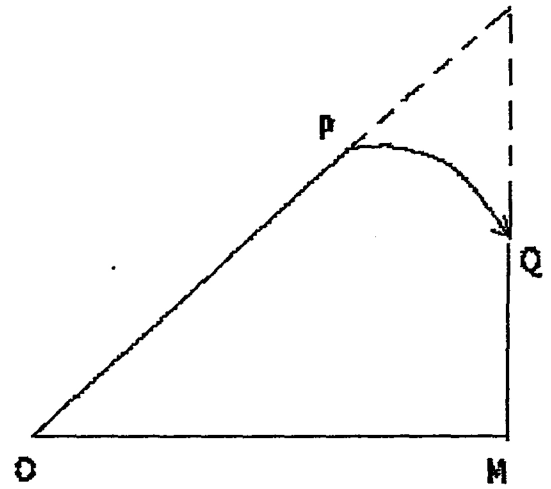
ŞEKİL 1 (Farklı Zeminler ve Farklı Açılardan Yapılan Atışlar İçin Geometrik Model)

3.1.2 Teorik Değerlendirme

Orta çağın son dönemleriyle Rönesansın ilk dönemlerinin entelektüel çevresi Aristo'nun doğruluk ve kesinlikle tanımladığı bütün teori ve kavramlara dayanan skolastik geleneğin egemenliği ve hükmü altındaydı. Aristo ya göre cansız bir nesne ilk dürtüyü sağlayan kuvvet olmadan hareket edmezdi. Tabii olmayan bir hareket için, harici gizli bir güce gerek duyulmalıydı. Mesela bir okun uçuşu nasıldı? Skolastikçilere göre okun uçuşu hareket ettiği ortama bağlıydı, yay oka bir kuvvet veriyor böylece okun etrafındaki havayı karıştırıyor, bu karıştırma havanın oku emip ileriye doğru çekmesine neden oluyordu. Buna göre havasız ortamda (vakumda) hareket imkansızdı. Tabii ki 13. ve 14. yy. ın bilimsel koşulları altında, bu gibi teoriler fiziksel olarak test edilemiyordu. Böylesine bir meydan okuyan kişi, Aristo nun hareket kavramlarını reddeden, onların yerini alacak şekilde değiştiren "impetus"(itme) teorisini kuran Paris bilginlerinden Nicde Oresm(1323-1382) idi.

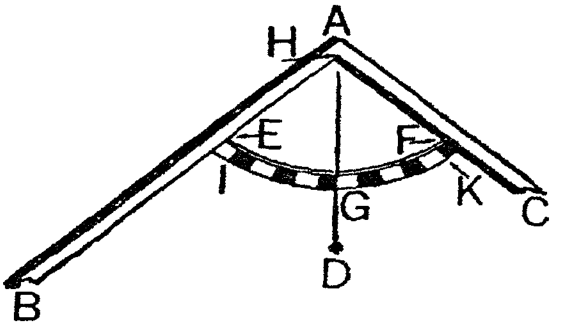
Oresm'e göre impetus(itme), hareketli bir cisme ilk kuvveti veren nitelik bildiriyordu. Cansız bir cisim ancak bir itme varsa uzayda hareket edebiliyordu. Böylece Oresm'e göre, ağır bir cismi tüyden daha uzağa fırlatmak mümkündür. Çünkü, ağır cisim bir tüyden oldukça ağırdır ve dolayısıyla daha fazla itmeyi soğurabilir. Havaya fırlatma olayını itme (impetus) karşılar ve itme gevşeyince cisim yere doğru düşer. Oresm fırlatma olayının uçuş seyrini teorik olarak üç kısma bölmüştür: Bunlardan birincisi; fırlatıcı ile temas halindeki hareketi ve hızlandırılması(ivmesi), ikincisi; fırlatıcıdan ayrılıp hızının sürekli olarak artması, sonuncusu ise, itmenin bitmesi ile doğal hareketin yere doğru dönmesi ve cismin yere düşmesidir.

Uçuşun ilk bölümü boyunca itme çekim ve dirençten büyüktür ve yörünge OP doğrusunu izler. İtme kuvveti yer çekimi ve hava direncinden büyük ise hareket sürüdürülür, ancak yörüngesi daiersel PQ yayı şeklindedir. Sonuç olarak eğer yerçekim gücü dienç ve fırlatma itmesinden büyükse top mermisi QM doğrusal yolu boyunca yere doğru düşer. Böylece eğrisel hale getirilebilmiş patika yörünge havan toplarını içeren bir fırlatma modeli taslağı olabildi (Şekil2).

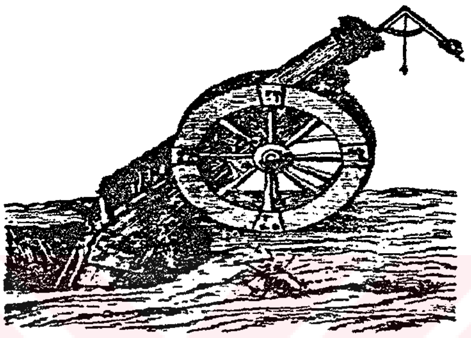


ŞEKİL 2 (Atış İçin Sağ Üçgen Modeli)

Leonardo da Vinci (1452-1515) bu analizi çalışmaları sırasında bir takım zarif değişiklerle balistiğe uyguladı. Diğer teorisinde, atışın eğrisel kısmını önemsemeyip anlamsız bulduğu için atış yörüngesini sağ yandaki üçgen gibi modelledi. Bu üçgen modelin bir çok çekimi vardı. Havan topu denemeleri sonucunda matematikçiler, yüksekliğin ve menzilin, top mermisine yüklenen barutun kuvvetiyle doğru orantılı olduğu kanısına vardılar. Atışın sağ üçgen modeliyle menzil ve yükseklik, üçgenin üç ayağı ile temsil edilebildi. Böylece menzil üçgenin yükseklik fonksiyonu olarak hesaplanabildi. Havan toplarının yörüngeleriyle ilgili geniş ve kapsamlı ilk tezi 1537'de Nova Scientia veya The New Science olarak yayınlandı. Bu İtalyan matematikçi Nicola Tortaglia nın ilk olarak atıcılıkla ilgili pratik bir araştırma ödevinden esinlenerek havan topunun maksimum menzil yapmak için nasıl bir pozisyon alması gerektiği ile ilgili bir çalışmasıydı. Deneyler ve hesaplamalar sonucunda Nicola Tortaglia, şayet havan toplarına 45 derecelik eğim verilirse maksimum menzil elde edilebileceğini belirledi; top menzilinin namlusunun yükseklik açısının bir fonsiyonu olduğunu buldu. Ayrıca, topçuların karelerini veya dikdörtgenlerini dairesel 12 eşit parçaya böldü. Bu dikdörtgen top namlusuna yerleştirildiğinde yükseklik açısının düzenlenmesine olanak verecek ve böylece menzil düzenlenmiş olacaktı (Şekil3).



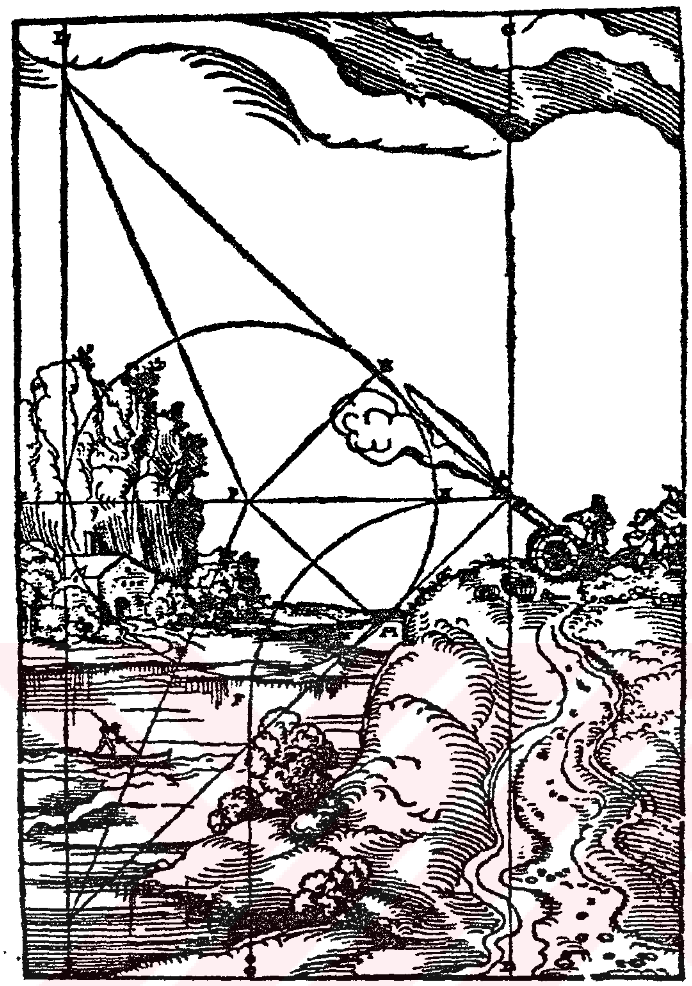
(a)



(b)

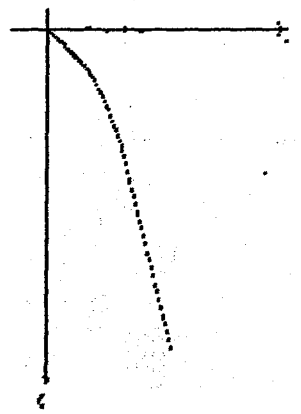
ŞEKİL3 (Havan Topları için Oniki Eşit Parçalı Dairesel Açıölçer(a), İlk Açı ölçerli Havan Topu(b))

Şimdi, eğer bir topçu, standart barut saldırısı için kullanılacaksa, öncelikle verilen bir top için çatışma durumu ve zemini derlenip toparlanacaktı. Nicola Tortaglia, atışın verimli olabilmesi için bir topçu sınıfının hedeflerinin menzilini hesaplayabilmeleri ve farklı havan toplarına göre saldırı genliğini bilmeleri gerektiğini belirledi. Bu iki amaç için bir matematiksel model tasarladı. Böylelikle 45 derecelik maksimum menzil kuralını kurdu ve orta sınıftaki her menzilin iki farklı tepeden belirlenen açıdan ateşleme yapılarak başarılabileceğini ileri sürdü. Tortaglia hava direncinin balistik işletim sisteminin eğitiminde gerçek bir faktör olduğunu ve atış yörüngesinin, çekim etkisi ve hava direnciyle, her noktada eğriselleştiğini kaydetti. Ancak, vardığı bu son aşamaya rağmen hesaplamalarında ve resimlerinde, hala yörüngeye doğrusal parçalar ve eğrisel yaylarla yaklaşıyordu(şekil 4).



ŞEKİL 4 (Belli bir yükseklikten yapılan bir atış için dairesel model)

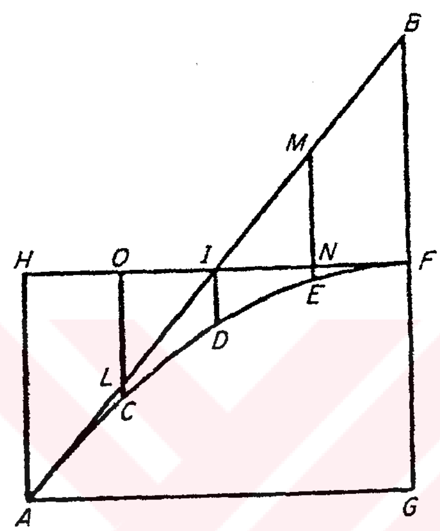
Farklı nedenlerle Tortaglia'nın balistiği, topçu sınıfının ateşleme ile ilgili deneyimlerini karşılıyordu. Ve onun bazı teorileri, yanlış olmasına karşın popüler oluyor, topçulukla ilgili el kitaplarına giriyordu. Balistik ile ilgili daha bilimsel ve kesin teori sonraki yüzyılda görüldü. 18. yy. ın ortalarında havan topları kilometrelerce öteye ateşlenebiliyordu. Bu yüzden daha kesin ve doğru yörünge teorilerine ihtiyaç duyuluyordu. Galileo (1564-1642) bu konu üzerinde disiplinli bir çalışma yaptı. Deneyler ve gözlemler sonucunda Galileo, şayet yüksek bir düzlem üzerinden farklı barut yükleri kullanarak yatay olarak karşı düzleme ateşleme yapılırsa, farklı menziller kazanacağını, bununla beraber atışların daima aynı zaman aralığında aynı yere isabet edeceğini kaydetti. Yatay hızların farklı barut miktarlarıyla değiştirilmesine rağmen, düşey hızların sabit arttığı sonucuna vardı. Esasen hareket eden bir cismin hızlarını yatay ve düşey iki bileşenle analiz etmek mümkün olabilirdi. Yörüngenin tecrübeleriyle Galileo, yatay bir düzlem boyunca fırlatılan bir cisimden yere iniş mesafesine kadar başarılı $t_1 t_2 t_3 .... t_k$ zamanlar elde edilebileceğini ve bu zamanların sıklığı 1,4,9,16............ d_k (şekil 5) olduğunu gösterdi.



ŞEKİL 5(Uçuş zamanı için parabolik yörünge)

Eğer t-d ekseninden bu durumda çok iyi yararlanabilirse $d = k.t^2$ sonucuna varılır. Böylece düşen bir cismin hareketi tanımlanır ve havan toplarının yatay atışı parobol olur. Daha sonraki çalışmada, Galileo, serbest düşmenin sabitini "16" olarak belirledi. Böylece $d = 16.t^2$ yi elde etti. Havan toplarının yörüngesinin doğal olarak parobol olduğunu keşfetti ve bu bilgiyi menzil rampalarının düzenlenmesinde kullanıldığı zamanlarda bu teoriyi yayımlamamış ve etraflı olarak tartışmamıştı. Top mermisinin hareketinde hava direncinin olmaması ve yörüngenin parobolik olduğu konusundaki gösterimleri ve sunumları ilk yapan kişi olarak matematikçi Bonaventura Cavalien itibar kazandı. Cavalien Galileo nun öğrencisiydi, atışlar üzerindeki master teorisini geliştirip bir metin halinde 1632 yılında yayınladı. La Specchio Ustorio veya The Burning Glass da atış olayının iki farklı kuvvet vasıtasıyla gerçekleştiğini, bunlardan birinin top mermisinin fırlatma kuvvetinden diğerinin yerin çekim kuvvetinden kaynaklandığı notunu ekledi. Eğer cisim tek kuvvetin etkisiyle hareket ediyor olsaydı bu durumda hareketin yörüngesi doğrusal olurdu. Ancak bileşik kuvvetlerin etkisiyle hareket ettiği için yörünge eğrisel oluyordu. Cavalien dikdörtgen koordinatları kullanarak eğriyi çizmeye devam etti, uygun yatay ve düşey mesafeleri hesaplayarak eğrinin parobol olduğunu gösterdi. Öğrencilerden birinin kibirli olmaı Galileo yu çileden çıkardı. Parobolik yörüngeler teorisini daha detaylandırarak (Dicousses on Two New Science) de yayınlandı. Cavalien ve Galileo nun teorik olarak cazip ve doğru olan buluşu, topçuların ihtiyaçlarına cevap verme anlamında pek rağbet bulmadı. Bu teori Galileo nun başka bir öğrencisi olan Torricelli (1608-1647) ye kaldı. Torricelli, sonraları atışların daha açık olarak parobolik yörüngesiyle ilgili teorileri, daha makul ve uygulanabilir ve topçuların kolaylıkla kullanabileceği bir düzeye getirdi.

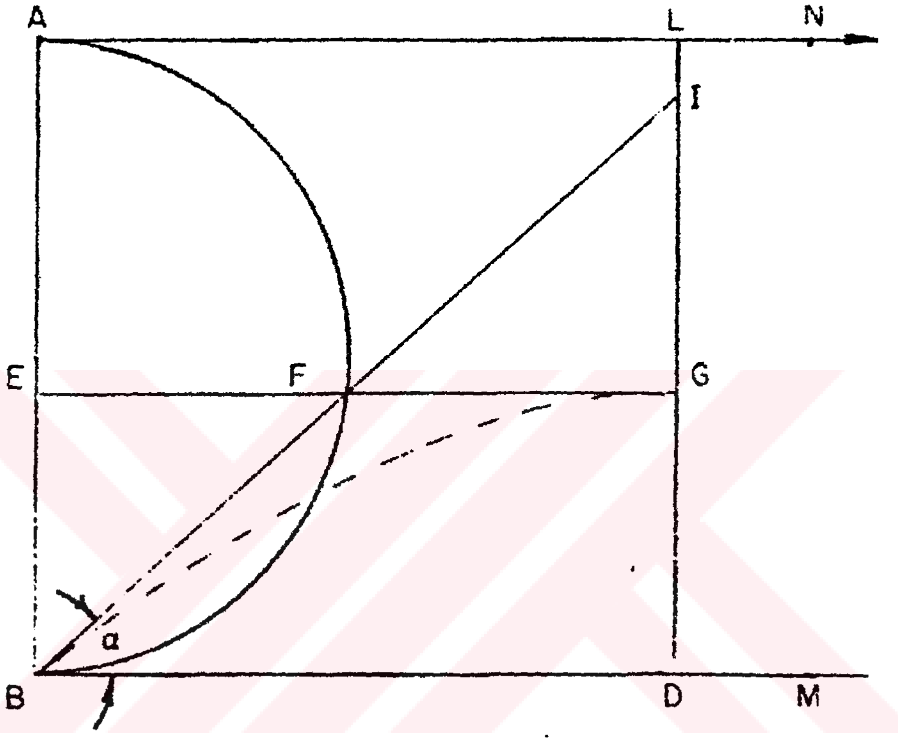
Torricelli teosinin geometrik gösterimlerini sundu. Gösterimleri özlüdür ve matematiksel metotlara sezgi ve anlayış olanağı sağlar. Onun gösteriminde, atışın yörüngesi şekil 6 deki çatıya göre gerçekten parobolikti ve şöyle açılıyordu.



ŞEKİL 6 (Atış Yörüngesinin Parabolikliği)

AF yayı atışın yarı yörünge şekli olsun; F noktası da bu yörüngenin tepe noktası olsun. AF yayı yörüngesinin F noktasındaki teğeti HF doğru parçası olsun. BG $\perp$ HF dikmeleri AG ile G noktasında kesiştirilsin. Öte yandan BF =FG olduğu biliniyor. AB AL, LI, IM, MB gibi eşit parçalara bölünsün. Dikey doğru parçaları sırasıyla HF yi O, I ve N de AF yi ise C, D, E noktalarında keser ve HO = OI =IN = NF dir. Hareketli yörüngede top güllesi eşit yatay bölümleri eşit t_1, t_2, t_3, t_4 zamanlarında geçer. AB boyunca mermi t_1 süresinde LC kadar, t_2 süresinde ID kadar, t_3 süresinde ME kadar, t_4 süresinde ise BF kadar düşer. Bu düşey mesafeler 1:4:9:16 ile doğru orantılıdır. Şimdi OL = MN = 1/2BF , BF = 16LC ve MN = 8LC ama ME = 9LC dir. Böylece (ME – MN) = (9LC- 8 LC)= LC dir. Buna göre NE, ID, OC ve HA mesafeleri 1:4:9:16 ile doğru orantılıdır. Yani ACDEF eğrisi paroboldür.

Torricelli, yörüngelerin belirlemesinde oldukça usta geometrik analiz teknikleri kullandı. Örneğin eğim açısı α , ilk hızı v_0 olan bir yörünge için şekil 7 deki gibi bir diyagram hazırlıyordu.



ŞEKİL7 (Çember ve Kare Yaklaşımıyla Yörüngenin Parabolikliği)

Önceden belirlenen bir açıyla AB arasında yerçekiminin etkisiyle düşmekte olan bir cismin v_0 hızını elde edecek şekilde bir diyagram çizilebiliyordu. Şimdi AB çaplı bir yarım çember çizilmiş $\overrightarrow{BM}$ ve $\overrightarrow{AN}$ bu çemberin parelel teğetleri ($\overrightarrow{BM} // \overrightarrow{AN}$) dir. B başlangıç noktasından BD ile α açısı yapan bir ışın çizilmiş. Bu ışın yarı çemberi F noktasında keser. F noktasından geçen BM ye paralel olan $\overrightarrow{EG}$ ($\overrightarrow{EG} // \overrightarrow{BM}$) çizilmiş ve EF = FG dir. G den geçen BM ile D de, AN ile ise L de kesişen doğru ile BALD dikdörtgenine dönüşmüş. BF nin uzantısı DL ile I noktasında kesişir. Cebir ve trigonometrik kavramaların kullanılmasıyla izlenen bu ilişki şekil 7 yi gerektirir.

AB cismin v_0 hızını elde etmesi için düşmesi gerken mesafedir.

$AB = \frac{gt^2}{2}$ ama $v_0 = gt$ ise $t = \frac{v_0}{g}$

$AB = \frac{g}{2}(\frac{v_0}{2})^2$ ise $AB = \frac{v_0^2}{2g}$ dir.

Şimdi

BI=2BF=2AB $\cos(90-\alpha)$ ise BI=2AB $\sin\alpha$

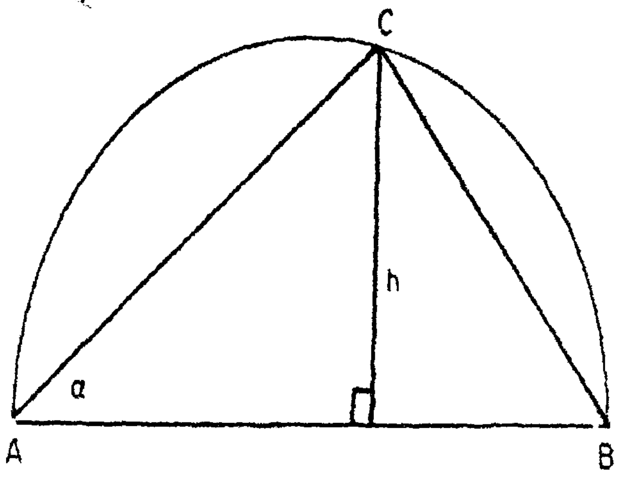
GD = ½ ID =1/2 BI $\sin\alpha$ = AB $\sin^2\alpha$

$GD = \frac{v_0^2}{2g}\sin^2\alpha$ ve yörünge vasıtasıyla maksimum yükseklik elde edildi.

Tam yörünge GD ye göre simetriktir, böylece menzil 4EF ye eşit ancak EF = FG dir. Şimdi;

$FG = \frac{IG}{\tan\alpha}$ ise $FG = \frac{v_0^2}{2g}\sin\alpha.\cos\alpha$ böylece

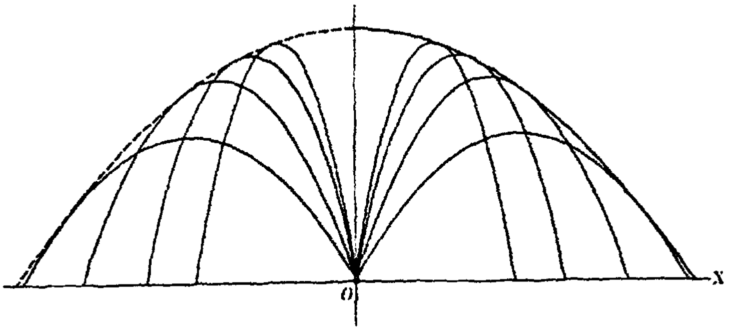
Menzil = 4FG = $\frac{v_0^2}{16}\sin\alpha.\cos\alpha$ elde edilmiş olur.



ŞEKİL8 (Dik Üçgende Trigonometrik Bağıntılar)

Şekil 8 deki yardımcı diyagram vasıtasıyla maksimum menzil için $\alpha = 45^0$ olduğu kolayca görülebilir. $\alpha \approx$ CAB açısı olsun; bu durumda $\sin\alpha = \frac{h}{b}$, $\cos\alpha = \frac{b}{c}$ ve $\sin\alpha.\cos\alpha = \frac{h}{c}$ olur. c= AB mesafesi çemberin sabit çapıdır. Eğer h uzunluğu maksimum olacak şekilde değiştirilirse h/c oranı da maksimum düzeye ulaşır. h çemberin yarıçapı olduğunda ABC nin ikzkenar diküçgen olması gerekir ve böylece maksimum menzil için $\alpha = 45^0$ olur.

Torricelli her r menzili için r=2R $\sin\alpha.\cos\alpha$ ve r= R $\sin 2\alpha$ olacak şekilde maksimum menzilin R li fonksiyonu olabileceğini gösterdi. Bu formül ile havan- toplarının menzilleri tablolar kullanılarak bulunabiliyordu. Daha sonra Torricelli bir silahın sabit ilk hızla farklı yükseklik açılarından atılmasıyla parabolik yörüngeler oluşturduğunu, bu parabollerin odağının silah olacak şekilde formülüze edildiğini not etti. (Şekil 9)



ŞEKİL9 (Atış Açısının ve Yüksekliğin Farklılığı ile Oluşan Değişik Parobolik Yörüngeler)

Galileo nun buluşlarının temellerine dayanan modern tekniklerle bu günün öğrencisi verilen ilk hızı v_0, açısı θ olan bir yörüngenin v_0 hızını düşeyde v_y ve yatayda v_x olan iki vektörel büyüklük (bileşen) şeklinde aşağıya

$$v_x = v_0 \cos\theta$$

$$v_y = v_0 \sin\theta - 32t$$

$$x = v_0 t \cos\theta$$

$y = v_0 t \sin\theta - 16t^2$ ifade eder. Y=0 yazarak

$-16t^2 + vt\sin\theta = 0$ ise $t(-16t + v\sin\theta) = 0$ bu denklemin çözümünde t

için $t_2 = v(\frac{\sin\theta}{16})$ elde edilir. Burada t_1 atış anının zamanını, t_2 ise çarpışmaya kadar olan zamanı temsil eder. t_2 yi x ifadesinde yerine yazılırsa, menzil için

$x = \frac{{v_0}^2}{16}\sin\theta.\cos\theta$ formülü elde edilir. Daha sonra bu açılımları dikkate alarak

$\sin(90-\theta) = \cos\theta$ ve $\cos(90-\theta) = \sin\theta$ olur ve böylece

$x = \frac{v^2}{16}\sin\theta.\cos\theta = \frac{v^2}{16}\sin(90-\theta).\cos(90-\theta)$ elde edilir.

Tartaglia hipotezindeki gibi, silahın yüksekliği için birbirlerinin tümler açıları kadar benzer iki menzil elde edilebilir.

3.1.3. Matematiksel Modelin Eğitime Adapte Edilmesi

Matematik tarihiyle ilgili kayada değer bulunan bu özet, matematik eğitimi için önemli bir ilham ve sezgi kaynağıdır. Örnek olarak ele alınan formül ve denklemlerin gelişimiyle sonuçlanan bu modelleme sürecinde, ardı ardına tanımlanan olaylar arasında sıkça bir uyuşmazlığın farkına varıldı. Ancak bu farklılıklardan dolayı ortaya çıkan kaygılar tatlı kaygılardır. Çünkü birbirleriyle çelişkili gibi görünen tanımlama ve modellemeler teorik bir değerlendirmeyle faydalı bir sonuca götürür. Havan topunun modellemesinde sağ yana bakan bir üçgen kullanılması okuyucuya belki de ilk etapta anlamsız gelebilir. Acaba öyle mi? Eğer biz Rönesans ta ki topçular gibi havan topunun yörüngesinin ve menzilinin fonksiyonuyla ilk defa ilgilenenler olsaydık bu model bize saçma gelmek bir yana tam aksine bizde derin bir hayranlık uyandırırdı. Ama itiraf etmek gerekirse bu konuyu XXI. yy. ın teknolojik gelişimi ve avantajlarıyla irdelenecek olursa, o dönemde havan toplarının namluları ideal değildi ve namlulardan fırlatılan mermiler için çizilen yörüngeler gerçeğe çok yakın değildi. Ancak Rönesans dönemindeki topçuların ihtiyaçlarına yakın cevaplar veriyordu. Üçgen metodu, sunumdaki gibi haklı birtakım gerekçelerle doğru- eğim- doğru modeliyle ihtiyacı karşılıyordu. Galileo deneysel teknikler kullanarak parabolik modeli teorik prensiplerle güvenilir bir temele oturttu. Onun metodu, yörüngenin doğal yapısının parabolikliğini, matematik sınıfında öğrencilerine sunmadan önce tecrübe ve gözlemlere dayanan temeller üzerinde, matematiksel formüllerle sorgulamaktı. Daha sonraları Galileo nun uçuş hareketindeki problem, vektör aritmetiğinin gelişimi sayesinde dikey iki vektör bileşeniyle ele alınarak çözümlendi. Havan toplarının yörüngelerinin netlik kazanmasında emeği geçen Oresme, Tartaglia, Galileo, Cavalieri ve Torricelli önemli şahsiyetlerdir. Buldukları geometrik metotlar da oldukça kayda değerdir. Üç yy. lık süreç boyunca Oresme den Cavalieri ye süren tartışmalar incelendiğinde matematiksel düşünce trendinin saf, geometrik bir çizgiden, cebirsel ve trigonometrik bir çizgiye kaydığı görülür.

Yukarıda havan toplarının yörüngelerinin modellenmesiyle ilgili safhalar, tarihsel bir süreç içinde irdelendi. Bu tartışma sürecinden kısa bir zaman sonra o güne kadar bütün bilim adamlarının ihmal ettikleri hareketli bir cisme etki eden, hava direncini ele alan Newton ortaya çıktı. Newton hava direncini de hesaba katarak birtakım analitik teknikler geliştirdi. Daha sonraları bilimin gelişimiyle parçalı diferansiyel denklemler konusu, yörüngelerin tespiti ve balistik için kayda değer hesaplama olanağı sundu.

Günümüzde orta öğretim de aynı düzeydeki öğrenciler yörüngelerin tespitiyle ilgili problemin çözümüne geometri, cebir, vektör ve analiz bilgilerini hatta bilgisayarı da katarak çok farklı çözüm yolları üretebilirler. Problem çözme ve modellemeye örnek olarak balistiğin ve topçuluğun tarihsel gelişim sürecinin ele alınması sınıfta öğrencilere yeni bir görüş açısı kazandırabilir.

Galieo' dan bu yana incelenen havan toplarının menzillerinin hesaplanması ile ilgili süreç, günümüzde, bilgisayar programlarına kadar dayanmıştır. Aşağıda bu konu ile ilgili Basic dilinde yazılmış bir program görülmektedir.

```
]LIST

100  REM  CANNON1
110  HOME
120  PRINT "THIS PROGRAM MODELS THE IDEAL"
125  PRINT "FLIGHT OF A PROJECTILE AS FIRED"
130  PRINT "FROM A CANNON IN THE X-Y PLANE"
140  PRINT "YOU WILL SPECIFY:"
150  PRINT "(1) LOCATION OF CANNON IN X-Y PLANE"
160  PRINT "(2) INITIAL FIRING VELOCITY,VO,"
170  PRINT "AND ANGLE OF CANNON ELEVATION,THETA"
200  VTAB 23: PRINT "PRESS ANY KEY TO CONTINUE."
210  GET ANS$
220  REM  SET TIME INCREMENT:
230 DT = .1
240  REM  SET X BOUNDS:
250 XL =  - 100:XH = 100
260  REM  SET Y COORDINATE FOR SCREEN BOTTOM
270 YL = 0
280 S = .625: REM  SCALE FACTOR
290  REM  COMPUTE HIGH Y SO THAT
300  REM  (YH-YL)/(XH-XL)=S:
310 YH = S * (XH - XL)
320  HGR
330  VTAB 23
340  PRINT "ENTER X COORDINATE OF CANNON"
350  PRINT : PRINT XL;" <= X <= ";XH
360  INPUT XI
370  PRINT "ENTER Y COORDINATE OF CANNON"
380  PRINT : PRINT YL;" <= Y <= ";YH
390  INPUT YI
400  REM  PLOT INITIAL LOCATION:
410  HCOLOR= 3
420 X = XI:Y = YI: GOSUB 760: REM  PLOT
430  PRINT "WHAT FIRING VELOCITY DO YOU WANT ?";
440  INPUT VO
450  PRINT "WHAT ANGLE OF CANNON ELEVATION"
455  PRINT "DO YOU WANT ?"
460  INPUT K
470  HOME : VTAB 23
480  PRINT "INITIAL CONDITIONS: ";
490  PRINT "X= ";XI;", Y= ";YI
500  PRINT "   VO= ";VO;", THETA = ";K
502  REM  CHANGE THETA DEGREES TO RADIANS
504 PI = 4 *  ATN (1)
506 THETA = K * PI / 180
508 VX = VO *  COS (THETA)
509 VY = VO *  SIN (THETA)
510  REM  SET X AND Y ACCELERATIONS:
520 AX = 0
530 AY =  - 32: REM  FT PER SEC PER SEC
540  REM  WIPE OUT OLD LOCATION:
550  HCOLOR= 0: GOSUB 760
560  REM  COMPUTE NEW X COORDINATE:
570 X = X + DT * VX
580  REM  IF X OUT OF RANGE,END:
590  IF X < XL OR X > XH THEN 710
600  REM  COMPUTE NEW Y COORDINATE:
610 Y = Y + DT * VY
620  REM  IF Y OUT OF RANGE,END:
630  IF Y < YL THEN 710
640  REM  COMPUTE NEW X AND Y VELOCITIES:
650 VX = VX + DT * AX
660 VY = VY + DT * AY
670  REM  PLOT NEW LOCATION:
680  HCOLOR= 3
690  GOSUB 760: REM  PLOTTER
700  GOTO 540
710  REM  HERE POINT IS OFF SCREEN
720  PRINT "OFF SCREEN"
730  PRINT "DO ANOTHER (Y OR N)";: INPUT ANS$
740  IF ANS$ <  > "N" THEN 320
750  TEXT : HOME : END
760  REM  PLOTTER SUBROUTINE
770  REM
780  REM  CONVERT X,Y TO U,V:
790  REM
800  REM  X=XL TO U=0
810  REM  X=XH TO U=279
820  REM
830  REM  Y=YL TO V=159
840  REM  Y=YH TO V=0
850  REM
860 U = 279 * (X - XL) / (XH - XL)
870 V =  - 159 * (Y - YH) / (YH - YL)
880  REM  IF U OR V OUT OF RANGE,RETURN:
890  IF U < 0 OR U > 279 THEN 920
900  IF V < 0 OR V > 159 THEN 920
910  HPLOT U,V
920  RETURN
930  REM
```

3.2 Mikrobilgisayar Laboratuvarları

Matematik tarihinde, özellikle, nümerik yöntemlerin keşfedilmesi ve gelişmesi, fizik ve mühendislik alanlarında matematik modeller kurulması ve bu modellerin verimli bir şekilde işletilmesi sürecini başlatmıştır. Matematik modeller ilk kurulmaya ve kullanılmaya başlandığı dönemlerde bütün hesaplamalar elle yapılıyordu. Bu durumda, kurulan modellerden verimli sonuç almak hem aritmetik işlemler, hem de zaman bakımından ekonomik değildi. Ancak son elli yıl itibariyle mikro hesaplayıcıların ve bilgisayarların kullanımıyla, kurulan matematik modellerin işletilmesi oldukça hızlanmış ve zevkli bir uğraş haline gelmiştir. Eskiden yıllarca süren hesaplamalar, günümüz teknolojisinde hesap makineleri ve bilgisayarlar yardımıyla birkaç dakikada sonuçlanabilmektedir.

Gelişmiş hesap makineleri ve bilgisayarların kullanımı" Nümerik Analiz" alanının gelişmesine ve yaygınlaşmasına neden olmuştur. Özellikle fen ve mühendislik alanlarında sıkça karşılaşılan problemler için, örneğin analitik çözümü olmayan diferansiyel denklemlerde veya lineer olmayan denklemlerin köklerinin bulunmasında, nümerik analiz vazgeçilmez bir ihtiyaç halini almıştır.

Nümerik analizin bilgisayara adaptasyonuyla birçok paket program geliştirilmiş ve artık her türlü sayısal problem kısa sürede çözümlenecek duruma gelmiştir. Önceleri, daha çok mühendislik alanlarında kullanılan bu paket programlar günümüzde artık Matematik eğitiminde de işlerlik kazanmaya başlamıştır. Lise ve dengi okullarda ve eğitim fakültelerinde oluşturulan bilgisayar laboratuvarları, matematik eğitimine uygulamalı ve görsel bir yön kazandırmıştır.

Matematik eğitiminde bilgisayar laboratuvarlarının kullanımının yaygınlaşması, eğitimi sıkıcı ve soyut olmaktan çıkarıp keyifli ve görsel bir hale kavuşturmuştur.

3.2.1 Matematik Eğitiminde Mikrobilgisayar Ve Bilgisayar Laboratuvarları

Deneyimler, matematik eğitiminde algoritmik düşünmenin (gelişmiş hesaplayıcılarda) vazgeçilmez olduğunu göstermiştir.

Bireyselliğin öneminin farkına varılıp (sadece öğretmenin gösteri ve uygulamalarına karşı olarak) hesaplama aktivitesine her öğrencinin katılımının sağlanması matematik laboratuvarlarının oluşturulmasına bağlıdır. Matematik laboratuvarı için en iyi koşullarda bir oda kurulmalıdır. Aksi takdirde uygun atmosferi bulmak için fizik ve kimya laboratuvarlarının kullanılması zorunluluğu ortaya çıkar. Matematik laboratuvarında, tıpkı biyoloji laboratuvarında olduğu gibi, her çift öğrenciye bir bilgisayar verilmelidir. Böylelikle öğrenciler teorik bilgileri hemen pratiğe adapte etme imkanı bulmuş olurlar. Bunun yanı sıra öğrencilerin böyle bir imkanlarının olması, diledikleri zaman bilgisayarlarla çalışabilmesine ve bu sayede ders saatleri dışındaki zamanlarının büyük bir bölümünü laboratuvarda geçirmesine neden olur.

Esas amaç, değişik eğitim fakültelerindeki mikro hesaplayıcıların ve bilgisayarların arttırılması, bununla beraber öğrencilere True- BASIC veya PASCAL gibi bilgisayar program dillerinin öğretilmesidir. Bu temel bilgisayar dillerini öğrenen öğrenciler hesaplama aktivitesini mikrobilgisayar algoritmasıyla ifade etme ve uygulama imkanı bulmuş olurlar.

Eğitim sanatını geliştirmek amacına yönelik tam teşekküllü olarak hazırlanmış mikrobilgisayar laboratuvarları öğretmenlerinin koordinasyonuyla geliştirilmiş yöntemler kullanarak, eskiden kullanılan "kara tahta ve tebeşir " olarak nitelediğimiz klasik eğitim metoduna karşılık aktif katılımla bütünleşen ve öğrenciyi merkeze alan çağdaş bir eğitim olanağı sunar.

Aşağıda değinilen noktalar matematik laboratuvarlarının eğitim potansiyellerinin ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır (Breuer, Gal-Ezer, Zwas, 1990).

3.2.1.1. Soyut Kavramları Somutlaştırma

Soyut kavramlar, birtakım bilgisayar animasyonlarıyla veya paket programlar sayesinde görsel bir zemin bulup somutlaştırılabilir. Bu sayede öğrenci soyut kavramları daha kolay idrak eder. Örneğin, rasyonel bir fonksiyonun grafiğinin çiziminde asimptotunun ne olduğunu öğrenci birkaç basit uygulamayla çok daha kolay algılayabilir. Bunun yanı sıra nokta civarında limit veya nokta civarında türev gibi soyut kavramları matematica veya matlab gibi paket programlar kullanarak geometrik çizimleri ve yorumlarıyla somut bir şekilde görme ve sınama imkanı elde edebilir. Laboratuvar koşullarındaki sayısal yaklaşım teori ve uygulama etkileşimiyle öğrenim sürecine hem hız kazandırır hem de birden fazla uygulama nedeniyle bilginin kalıcı olmasını sağlar.

3.2.1.2. Yaratıcı ve Zevkli Öğrenme

Laboratuvardaki öğrencilerin aktiflik yüzdesi (kendi katılımlarıyla) klasik eğitimdekinden çok daha fazladır. Öğrencinin yaratıcılığı bilgisayar kullanımıyla yönlendirilip keyifli ve eğlenceli bir diyaloga dönüşür. Öğrenci uygulama yaparak bu uygulamanın sonucunu kısa zamanda görerek yaptığı işten keyif almaya başlar ve matematiğin tıpkı futbolda gol atmak veya paraşütle atlamak gibi ancak uygulama yapınca tadının ve anlamının kavranabileceğini deneyimlerle algılamaya başlar.

3.2.1.3. Bireysel Farklılıklar ve Beceriler

Laboratuvar ortamı, öğrenciler gruplandığında, bütün öğrenci gruplarının uyum içinde kendi yetenek ve becerilerinin gelişmesine olanak sağlar. Öğrenci gruplarının, laboratuvar ortamında, sınıflarındaki vasat ve alışılagelmiş uygulamalarının aksine, sıkılmadan ve geri kalmadan bazı popüler konuları merak edip, bu konularla ilgili verilecek görevleri yapmaları sağlanabilecektir. Bu görevlere kimi ödüller verilerek laboratuvar ortamına rekabet sokulabilir. Örneğin, tek yıldızlı, çift yıldızlı, üç yıldızlı gibi gittikçe popülerleşen sınıflandırmalar öğrencilerin birbirleriyle yarışarak kendilerini geliştirmesine neden olabilir. Söz gelimi, çift yıldızlı bir görev için üstün nitelikli bir veya iki öğrenci çifti kendilerine ait orijinal düşünceleriyle, genellemeleriyle , gelişmiş algoritmalarıyla tartışmak için birbirlerine meydan okurlar. Bu meydan okuma, bir çok alternatif fikrin ortaya çıkmasına ve bu sayede öğrenci çiftlerinin ufkunun açılmasına olanak sağlar. Ancak bu durumda, öğretmenler devreye girerek onların gelişimlerini bir sonraki göreve yönlendirilmelidirler. Öğretmenler, bu yönlendirmeler esnasında ustaca davranmalı, dikkatleri daha yaygın ve güncel konuların derin etkileyiciliğine yöneltmelidirler. Bu yolla, bütün öğrenciler yüksek potansiyellerinin farkına varacaklardır.

3.2.1.4. Daha Az Tablo Kullanmak

Laboratuvarların en doğal anlamı ve görevi, eskiden beri yapılarının çok zor anlaşılmasından dolayı bilmece gibi görünen fonksiyon tablolarını ortadan kaldırmaktır. Şunun vurgulanması gerekir ki mikrobilgisayarın kullanımı ile, örneğin logaritmik fonksiyonun yapısını kullanmakla, yeni bilmecelerin ortaya çıkması amaçlanmamaktadır. Öğrenci sadece matematik laboratuvarının kapsadığı materyalin arkasında hangi fonksiyonel yapıların yerleşmiş olduğunu öğrenecektir. Bu yapıları kavradıktan sonra öğrenci daha önceleri problem olarak gördüğü şeyleri (söz gelimi istatistik tabloları, logaritmik tabloları gibi), bizzat kendisinin bilgisayar üzerinde yazdığını ve bunları çok kolay bir şekilde uyguladığını görecektir.

3.2.1.5. Pratik Hayata Uygulamak

William E. Milne' nin dediği gibi "çoğu kimse problemin nasıl çözüleceğini bilir ama problemi çözemez.". Matematik laboratuvarları, öğrenciyi eğiterek bu kategoriye girmesine yardım eder ve ona daha çok teorik fikirlerini gerçek yaşamda çalışabilir pratik algoritmalara çevirebilme imkanı sunar. Aynı zamanda öğrencinin algoritmik düşüncesini yetiştirip geliştirir. Bazı araştırmacılara göre bilgisayar laboratuvarları matematik eğitiminin merkezine yerleştirilmelidir (Angel,1973:452).

3.2.1.6. Derinlemesine Öğrenme veya Öğrenmede Derinlik

Belli bir konuyu öğretirken sıklıkla bazı ince noktaları asla tam olarak anlayamadığımızın farkına varırız. Bilgisayar programını yazma işi de daha önce yeterince dikkat etmediğimiz belli başlı noktaların farkına varmamızı sağlar. Çok hızlı ve güçlü olmasına rağmen cansız bir alet olan bilgisayar bizim talimatlarımızı çok kısa bir anda yerine getiriyor. Öyleki makine hesaplamayı yaparken biz ara işlemleri dahi göremiyoruz. Ancak eldeki problemin derinlemesine bir anlam bütünü olmayışı beklenmedik bir durumda meydana gelen kusurlu bir program yapmaya neden olabilir. Bu hassas durum, ele aldığımız konuyu sanki ilk kez öğreniyormuş gibi yeniden keşfetmemize ve o konu üzerinde yeterince derinleşmemize neden olur.

3.2.1.7. Keşfederek Öğrenme

Bilgisayar laboratuvarları keşfederek öğrenme sanatı için neredeyse sınırsız fırsatlar tanır. Bilgisayar, kullanıcıya farklı varsayımları deneme ve genel formüllerin dikkate değer sıra dışı özel durumlarını kontrol etme gibi matematiksel modelleri kurma olanağı sağlar. Ancak bu , bilgisayar laboratuvarındaki her öğrenci gurubunun öğrenme metotlarının bütün avantajlarını kavrayabileceği anlamına gelmez. Bu demektir ki iyi öğrenciler bunu başarabilir ve başaracaktır da. Modern matematiksel araştırmalarda bile deneysel hesaplarla izi sürülen fakat henüz hesaplanamamış örnekler vardır; çözümün keşfi nokta civarındadır. Herhangi bir analitik çözümü yoktur. Matematikle uğraşan bütün öğrenciler kendileri tarafından keşfedilen bir matematiksel kuralın , yöntemin mutlu edici doğal hislerini yaşamalıdırlar. Bu metot, matematik öğreniminin başlıca bileşeni olan açık ve temiz sezgisel düşünmeyi artırır.

3.3 Mikrobilgisayar Laboratuvarlarda Matematik Öğretiminin Önemli Yönleri

Aslında matematik laboratuvarları, normal müfredatta olmayan çok önemli çarpıcı kavramları ortaya çıkarıyor ve vurguluyor. Yaklaşık çözümlerdeki hata kontrolü , ölçümsel verimlilik ve karmaşıklık , verilerdeki küçük değişikliklerin toplam çözüm üzerimdeki etkileri, seri çözümündeki kritik hatalı durumların karakterize edilmesi, yaklaşık integrasyon hesabındaki hata analizi, denklemlerin yaklaşık köklerinin bulunması bunlardan bazılarıdır.

Gerçekten, okullarda matematik eğitimi için, problem çözümünün irdelenmesi ve mikrohesaplayıcılar ile bilgisayarların her seviyedeki öğrenciler için birçok avantajla dolu olduğu gerçeği, 1980 yılından bu yana başta Amerika olmak üzere birçok batılı ülkede fark edilmiş ve gerekli altyapı çalışmalarına başlanmıştır. Bu durumda en verimli yol yukarda taslak halinde sunulmuş fikirlerin hayata geçirilmesidir. Aşağıda sunulan hesaplama modelleri önerilmektedir. Her modelin kurulmasında Analize Giriş veya İleri Analiz seviyesindeki her öğrencinin anlayabileceği basit ve açık ispatların kullanılmasına ve bütün genellemelerin fedakarlıkla ama baştan başa savunulmasına özen gösterilmiştir.

3.4 Matematik Laboratuvarında Yaklaşık Alan Hesaplamaları

İlk tipik laboratuvar modeli olarak, uygun hata analizlerini içeren, belirli bir doğrulukta alan yaklaşımları incelenecektir. Bu konudaki farklı yaklaşımlar örneklenmiş, gelişim sürecinde verimleri artırılmış ve laboratuvarlarda ikmalleri üzerinde tartışılmıştır. Daha gelişmiş matematik eğitiminde yayılmaları ve genellemeleri gösterilmiştir.

Başlangıçta dikdörtgen metodu kullanılarak, pozitif fonksiyonların grafikleri altında kalan yaklaşık alan için hata hesapları tartışılmıştır. Bu metotla, gerçeğe oldukça yakın hesaplama bilgisayarın epeyce vaktini alır ve böylece daha iyi bir metot bulmak için araştırmaya sevk eder. Eskiden beri dikdörtgen metodu, eğri üzerindeki her bir noktaya bir şerit gelecek şekilde düzenlenmiş basit geometrik şekiller üzerine kurulmuştur. Bu yöntem, sadece deneme yanılma yoluyla eğri üzerindeki iki noktayı birleştirerek dikdörtgen şeritler oluşturma işlemidir (Breuer, Zwas, 1983:373)

Analize giriş seviyesinde bile olsa, desteklenen bu şerit yaklaşımını sürdürmek amacıyla, konveks veya konkav bir f(x) fonksiyonu kullanılarak, eğri altındaki alan için ortaya çıkacak hata kısıtlanacaktır.

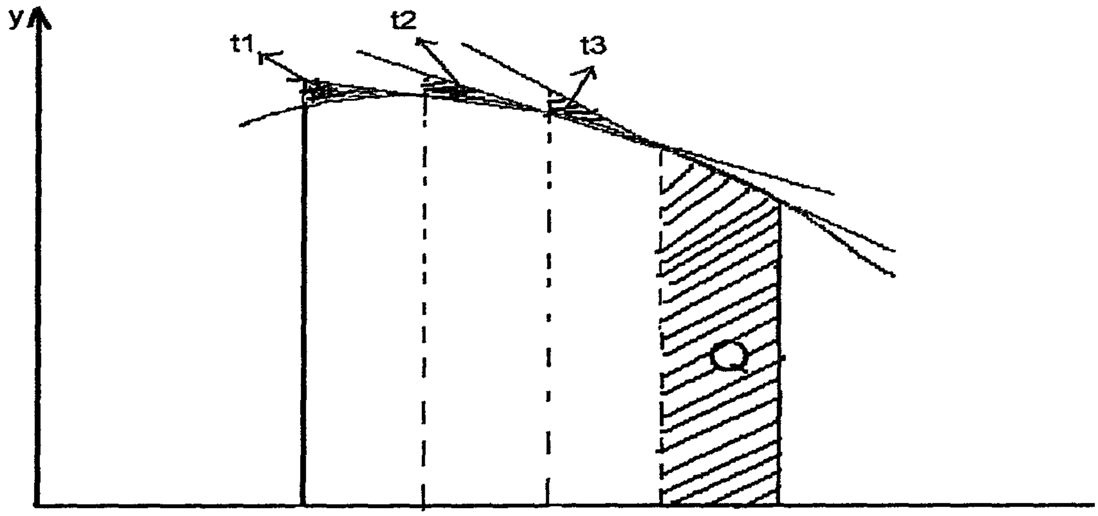
Örnek olarak f(x)= $\sqrt{x}$ konkav fonksiyonu da kullanılabilir. Daha önceden bilindiği gibi verilen herhangi bir fonksiyon için oluşturulan bütün yamuk bölgelerin toplamı

$$T_n = h\left[\frac{1}{2}f(x_0)+f(x_1)+...+f(x_{n-1})+\frac{1}{2}f(x_n)\right] \tag{1}$$

olur.

$x_0 = a, x_n = b, h = \dfrac{b-a}{n} ve x_i = a + jh$ olmak kaydıyla açık bir geometrik yol ile T_n yaklaşımı yardımıyla elde edilmiş bir hata tahminlenmeye çalışılacaktır. Bu işlem her öğrencinin kolayca anlayabileceği bir model sunacaktır.

Aşağıda göreceğiniz gibi bu yapı için konkav fonksiyonlar daha kullanışlıdır. Şimdi f(x) fonksiyonunu, onun birleştirilmiş yamuklarını ve daha sonra sola doğru her yamuğun komşu yamuğunu kapsamayacak şekilde çatısı çizilsin (şekil 10).



ŞEKİL 10 (Hata hesabı için Artık Üçgenler)

Ayrıca yukarıdaki şekilden de görüldüğü gibi f(x) üzerinde x=b den x=b+h a sola doğru yayılımda uygun duruma gelen konu dışı bir Q yamuğu çizilmiş oldu. Şimdi yamuk yaklaşımıyla(şeritler yardımıyla) elde edilen alan ile f(x) in altında kalan alanın farkı için yerel hata ve uygun yamuğun alanı incelenecektir. Bu hata şekil 1 de görüldüğü gibi bütün yamukların üstündeki üçgenlerden ibarettir ve daha az miktarda olacaktır.

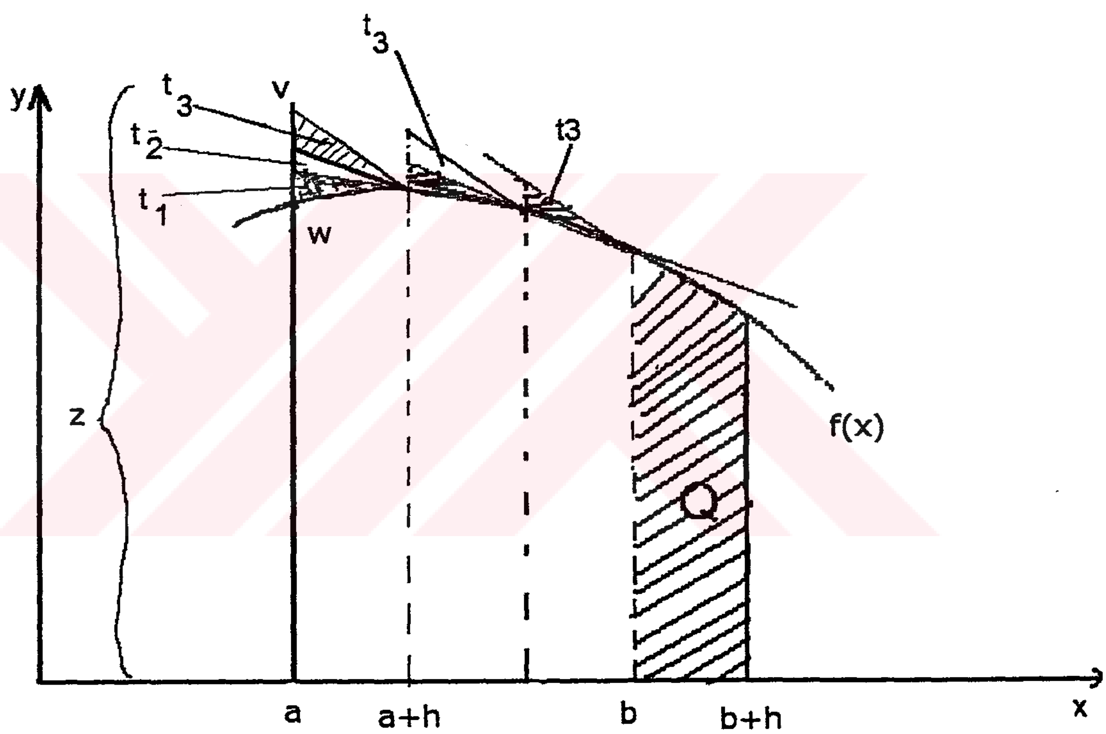
Eğer f(x) fonsiyonu konveks ise (şekildeki gibi konkav değilse) ters çevrilmiş küçük üçgenlerin dikey olmayan iki tarafı dışında benzer durum elde edilecektir.

Şimdi (şekil 1 de) aşağıdaki t_1 üçgeni alınmış ve komşu olan t_2 üçgeninin tam üstüne gelecek şekilde sağa doğru kaydırılmıştır. Tabi kurulan çatı buna hemen olanak sağlar. Daha sonra t_1 ve t_2 üçgenlerini sağa doğru komşuları olan t_3 üçgeni üzerine, şekil 11 deki gibi düzgün oturtacak biçimde kaydırıyor. Genel olarak "n" tane şerit olacak ve bu durumda (n-1) kere kaydırma işlemi tanımlanacaktır. Bu yolla çukur veya boşluk bırakmadan birbirlerini örten birleştirilmiş n tane üçgen elde edilecektir. n=3 için üç şeridin durumu şekildeki gibidir. Öğretime yardım etmek için düzenlenmiş bu kaydırma yöntemi matematik laboratuvarında kolayca kurulup çalıştırılabilir.

Böylece her bir üçgenin toplanmasından meydana gelen bileşik üçgen yerel bir hata zinciri teşkil eder ki onun alanı olan "B" ise küresel bir hata sınırı verir.

$E = |S - T_n|$; (S; eğri altındaki alan)

ve böylece $\quad E = |S - T_n| \langle B = \frac{h}{2}|z - f(a)|$ elde edilir.



Şekil 11(Artık Üçgenlerin bir Tepeye Kaydırılması)

Burada z x ekseni ile v noktası arasındaki mesafedir. Daha açık olarak, bileşik üçgenin B alanı (yüksekliğinin yarısı) $\frac{h}{2}$ ile tabanının $|z - f(a)|$ nın çarpımından ibarettir. Konveks fonksiyonda $z < f(a)$ olduğu için burada her duruma uyması için mutlak değer kullanıldı.

Z nin değerini hesaplamak için u ve v noktalarında geçen doğrunun denklemi yazılıyor; Bu doğru (a+h , f(a+h)) noktasından geçiyor. Öyleyse

$$y = m\left[x-(a+h)\right]+f(a+h) \qquad (3)$$

olur. Minik bir düşünce kıvraklığı, kaydırma yöntemi sayesinde t_1, t_2 ve t_3 üçgenlerinin tepelerini aynı eğime sahip olmasını ve hatta konu dışı olan Q yamuğunun tepesinin de aynı eğime sahip olmasını sağlar. Dolayısıyla

$$m = \frac{f(b+h)-f(b)}{h} \qquad (4)$$ dir.

(3) denkleminde x=a yı yerine koyar ve denklemdeki m eğiminin değerini yazarsak

$$z = -f(b+h)+f(b)+f(a+h) \qquad (5)$$ olur.

$$B = \frac{h}{2}\left|-f(b+h)+f(b)+f(a+h)-f(a)\right| \qquad (6)$$ denklemi

ileride daha rahat kullanabilmek için

$$B = \frac{h^2}{2}\left|\frac{f(b+h)-f(b)}{h}-\frac{f(a+h)-f(a)}{h}\right| \qquad (7)$$

formunda yazılsın ki mutlak değer için denklem (4) tipinde iki eğimin farkı elde edilsin. Denklem 7 de $h = \dfrac{b-a}{n}$ yazılır ve

$$B = \frac{K}{n^2} \qquad (8)$$ dönüşümü yapılırsa,

$$K = \frac{(b-a)^2}{2}\left|\frac{f(b+h)-f(b)}{h}-\frac{f(a+h)-f(a)}{h}\right| \qquad (9)$$

elde edilir.

Şimdi K nın durumu, $f(x)=\frac{1}{x}$ gibi tipik bir fonksiyonun $1 \le x \le 2$ aralığındaki parçası ele alınarak incelenecektir.

Bu durumda

$$K=\frac{(2-1)}{2}\left|\frac{1}{h}(\frac{1}{2+h}-\frac{1}{2})-\frac{1}{h}(\frac{1}{1+h}-1)\right| =\frac{1}{2}\left|\frac{1}{1+h}-\frac{1}{2(2+h)}\right|<\frac{1}{2}(\frac{1}{1+h})\le\frac{1}{2}$$

(10)

olur. Burada K, yaklaşımda kullanılan şerit sayısından bağımsız olarak $\frac{1}{2}$ yi aşamaz. Böylece hata $(\frac{1}{2})/\,n^2$ ile sınırlandırılmıştır. Halbuki dikdörtgen yaklaşımı "n" ile ters orantılı bir hata sınırı, yamuk metodu da n^2 ile ters orantılı bir hata vermişti (en azından $f(x)=\frac{1}{x}$ fonkisyonu için).

Bu özel durumda $f(x)=\frac{1}{x}$, $1 \le x \le 2$ için "q" doğru ondalık rakama ulaşmak için;

$(\frac{1}{2})/\,n^2 \le (1/2).10^{-q}$ olmasını gerektirir ki n=$10^{\frac{q}{2}}$ olsun. Böylece eğer dört doğru ondalık için 100 şerit gerekiyorsa, aynı doğruluk ve sıklık derecesini elde etmek için dikdörtgen metodunda 10.000 şerit gereklidir. Daha genel olarak, bölünme inceliğiyle hatanın daha hızlı oranda azalmasını sağlamak için elde edilen bu ikinci metot uzun hesap uğraşımına engel olur.

$f(x)=\frac{1}{x}$ için denklem (9) da verilen $K \le \frac{1}{2}$ sayısı denklem (8) deki hata payının sınırıdır.

Genel olarak, verilen konkav veya konveks bir fonksiyon için (9) denklemini analiz etmek ve verilen aralıkta her "n" için bir sabit sayı belirlemek (bu sayıya κ denilsin) gerekir ki K < $\tilde{K}$ olsun. $\dfrac{(b-a)^2}{2}$ faktörünün artırılması dışında (9) denkleminin sağ yanı $(b-a)$ aralığının bitim noktası ile birleşik üçgenlerin tepe eğimleri farklıdır. Burada zorluk çıkaracak durum sadece f(x) fonksiyonun verilen aralığın bitim noktasında dikey eğime sahip (örneğin sınırsız fonksiyon) olmasıdır ($\sqrt{1-x}$ fonksiyonun x=1 noktası gibi). Eğer bu durumları da değerlendirmeye katılırsa, bu yöntem için şöyle bir hükme varılabilir:

Verilen f(x) fonksiyonu [a,b] aralığında pozitif, sürekli, konveks veya konkav olsun. Eğer yaklaşık alan "S" i denklem (1) de verilen T_n ile bulunmak isteniyorsa karşılaşılan hata $|S-T_n|$; κ / n^2 yi aşmaz ki burada κ "n" şerit sayısı ve "$h=\dfrac{b-a}{n}$ " dan bağımsızdır.

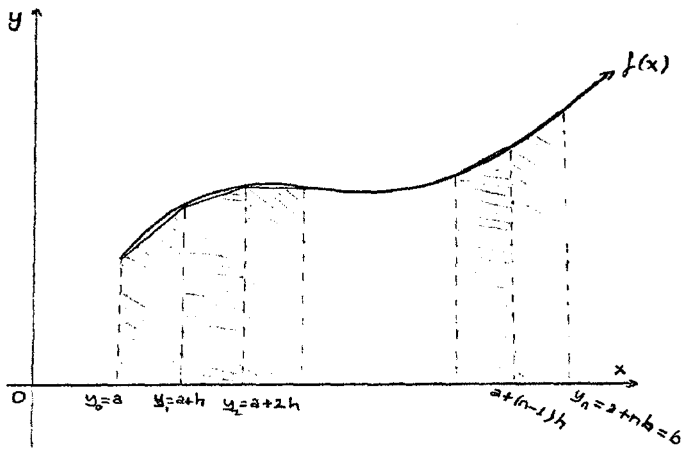
$$\tilde{K} \geq K = \frac{(b-a)^2}{2}\left|\frac{f(b+h)-f(b)}{h} - \frac{f(a+h)-f(a)}{h}\right| \tag{11}$$

Birçok durumda verilen fonksiyon verilen aralık altında ne konveks ne de konkav olmayabilir ama belki bunlardan biri aralık dışında bu özellik uygulanabilecek uygun şekle getirilebilir.

3.4.1 İntegral Hesabın Sayısal Yaklaşımına Farklı Bir Bakış

Bu bölümde, yamuk yöntemiyle yapılan integral hesabı, yeni keşfedilen bir metotla kıyaslanıp her iki metot için ortaya çıkan mutlak hatayı analiz edilecektir.

Bilindiği gibi bir f(x) fonksiyonu altında kalan alanı yamuk yöntemiyle $s = h\left[\dfrac{y_0}{2} + y_1 + y_2 + \cdots + y_{n-1} + \dfrac{y_n}{2}\right]$ şeklinde hesaplanmaktadır (Şekil12).



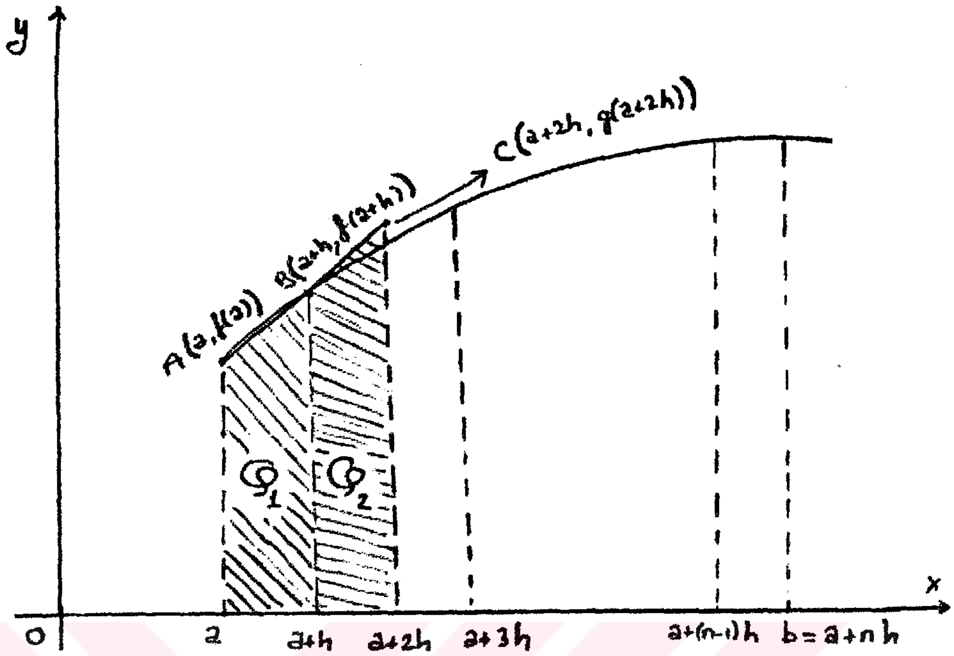
ŞEKİL 12(Yamuk Yöntemi)

Burada; $y_0 = a$, $y_n = b$ ve $h = \dfrac{b-a}{n}$ olmak kaydıyla eğri altında kalan

alan; $$S = \frac{b-a}{2}\left[\frac{f(a)}{2} + f(a+h) + f(a+2h) + \cdots + f(a+(n-1)h) + \frac{f(b)}{2}\right]$$

şeklinde elde edilir.

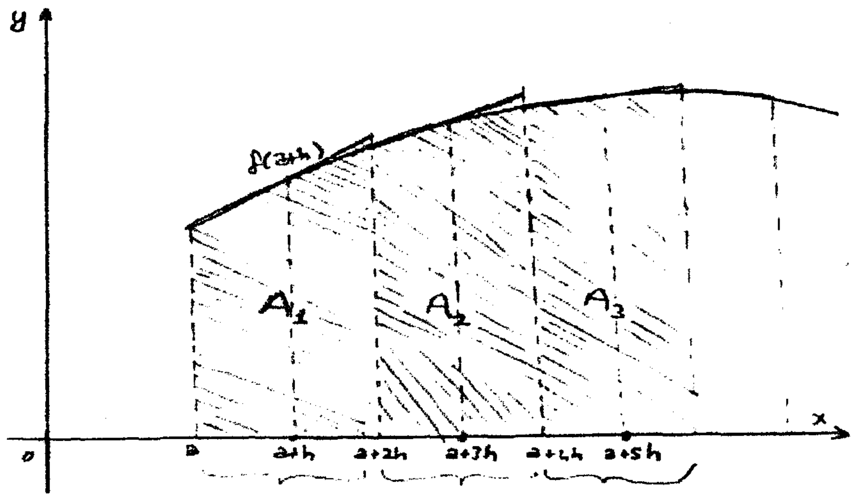
Yeni yöntemde [a,b] aralığını $h = \dfrac{b-a}{n}$ olacak şekilde n parçaya bölünüyor. Eğri üzerindeki (a,f(a)) noktasından yine eğri üzerindeki [a+h, f(a+h)] noktasından geçecek şekilde bir g(x) doğrusu çiziliyor. Bu doğru, doğrunun x=a+2h apsisli noktasında sınırlanıyor. Yani doğru parçasının başlangıç noktası (a,f(a)), bitim noktası ise (a+2h, g(a+2h)) oluyor. Şekil 13 de görüldüğü gibi (a+2h, g(a+2h)) noktası f(x) fonksiyonuna ait değildir.



ŞEKİL 13(Q_1 ve Q_2 Ardışık Alanlarının Kıyaslanması)

Şekil 4 de görüldüğü gibi Q_1 yamuğunun alanı eğri altındaki alandan küçük, Q_2 yamuğunun alanı ise eğri altındaki alandan büyüktür. Eğer yamuk yöntemiyle alan hesaplıyor olsaydık Q_2 yamuğunun alanı E,B,D,F noktaları ile sınırlanacak ve Q_1 yamuğu gibi eğri altında kalan alandan daha küçük olacaktı. Şimdi x=a dan x=a+h a kadar olan bölgede eğri altında kalan alana S_1, x=a+h dan x=a+2h a kadar uzanan bölgede eğri altında kalan alana ise S_2 dersek, $S_1 > Q_1$ ve $S_2 < Q_2$ olur. Buna göre Q_1+Q_2 alanlarının toplamı eğri altındaki x=a dan x=a+2h a kadar olan bölgenin alanına oldukça yakındır.

Şimdi yukarıda tanımlanan yamuk oluşturma işlemi, tekrarlanarak istenilen bölgenin sonuna kadar sürdürülsün (ŞEKİL14).



ŞEKİL14 (Yaklaşık Alan için Töleranslı Yamuklar)

Şekil 5 deki $A_1, A_2, A_3, \ldots, A_k$ yamuklarının alanlarının toplamı oluşturulacak olursa; n=2k olmak üzere;

$A_1=2.h.f(a+h)$

$A_2=2.h.f(a+3h)$

$A_3=2.h.f(a+5h)$

. .

. .

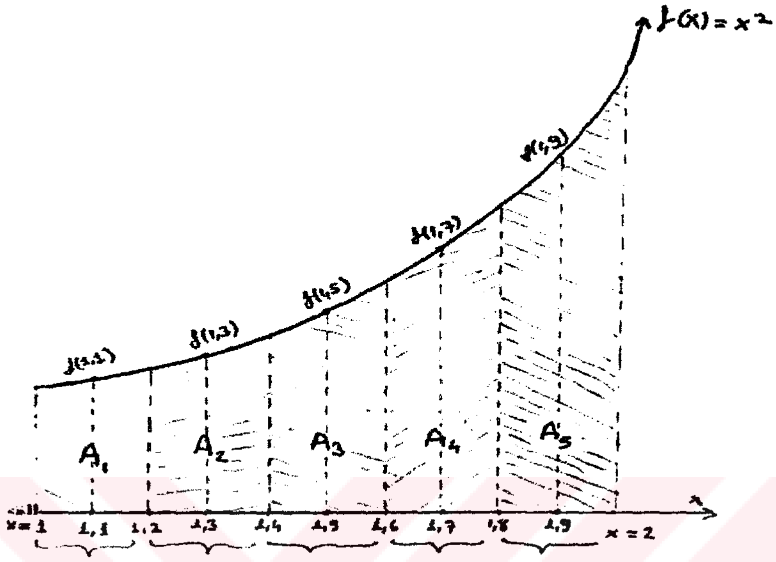
. .

+ $A_k=2.h.f(a+(2k-1)h)$

$S=2h\left[f(a+h)+f(a+3h)+\cdots+f(a+(2k-1)h)\right]$ toplamı elde edilir.

Bu toplam eğrinin hem konkav hem de konveks durumları için geçerlidir. Yeni yöntemin avantajlı tarafı yamuk yönteminde f(a), f(a+h), f(a+2h), f(a+3h), f(a+4h), f(a+5h) , . . . , f(b) gibi f fonksiyonunun her h artımı için toplam n tane hesaplama yapılırken, yeni yöntemde k=1,2, ...,n/2 olmak üzere f(a+h), f(a+3h), f(a+5h), . . . , f(a+(2k-1)h) gibi n/2 adımlık hesaplama yapılmakta buda n in küçük değerleri için elle hesaplamada yarı yarıya zaman kazandırmaktadır.

Şimdi bu yeni yöntem, $f(x)=x^2$ eğrisinin x=1 ve x=2 doğruları ile sınırlı parçasının altında kalan alanının hesaplanmasında test edilsin (Şekil 15). Burada $f(x)=x^2$ parabolünün seçilmesindeki temel erek, integralinin kolayca alınabilmesi ve böylelikle gerçek integral değeriyle, sayısal integral değerlerinin rahatlıkla kıyaslanabilmesidir.



ŞEKİL 15 ($f(x)=x^2$ Fonksiyonunun Yaklaşık Alan için Bölüntü Adımları)

N=10, k=n/2=5, a=1,b=2, h=(b-a)/n=(2-1)/10=1/10

Yamuk Alanlar: A_1, A_2, A_3, A_4, A_5

$S = A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$

$$S = 2h\left[f(a+h)+f(a+3h)+f(a+5h)+f(a+7h)+f(a+9h)\right]$$

$$= 2.(0,1).\left[f(1,1)+f(1,3)+f(1,5)+f(1,7)f(1,9)\right]=2,330$$

Yamuk metotuyla;

$$\mathrm{B} = h.\left[\frac{f(a)}{2}+f(a+h)+f(a+2h)+\cdots+f(a+9h)+\frac{f(a+10h)}{2}\right]$$

$$= (0,1).\left[\frac{f(1)}{2}+f(1,1)+f(1,2)+\cdots+f(1,9)+\frac{f(2)}{2}\right]=2,335 \quad \text{olur.}$$

Belirli integral;

$$A = \int_1^2 x^2 dx = \frac{x^3}{3}\Big|_1^2 = \frac{7}{3} = 2,\bar{3}$$

Görüldüğü gibi yeni yöntemdeki hata $e=|A-S|=\left|2,\bar{3}-2,330\right|=0,00\bar{3}$ dir.

Yamuk yönteminde ise hata $e=|A-B|=\left|2,\bar{3}-2,35\right|=0,01666667$ dir.

Yamuk yönteminde f(x) için 10 adımlı h=0,1 artımı hesaplandı. Yeni yöntemde ise f(x) için 5 adımlı h, 3h, 5h, 7h, 9h artımları hesaplandı.

3.4.1.1 Yeni Yaklaşım için Yazılmış Program Örnekleri

Alan yaklaşımı için sunulan "töleranslı yamuklar yöntemi" ni sınamak amacıyla başlangıçta, bilinen $f(x) = ax^2 + bx + c$ polinom fonksiyonlar kullanıldı. Program, $f(x) = ax^2 + bx + c$ polinom fonksiyonların yaklaşık alan hesaplarında "yamuk yöntemi" ve "töleranslı yamuklar yöntemi"nin sonuçlarını kıyaslayacak biçimde yazıldı. Elde edilen sonuçlar, yeni tanıtılan yöntemin daha yakın sonuçlar verdiğini gösterdi. Yazılan program aşağıdaki gibidir:

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
float dx,fx,fx1,fx2,s1,s2,t;
int i,a,b,c,a1,a2,m;
main(){
printf("a,b,c katsayılarını giriniz.\n");
scanf("%d",&a); scanf("%d",&b); scanf("%d",&c);
printf("aralık kaça bölünecek\n"); scanf("%d",&m);
printf("aralıkları giriniz\n");
scanf("%d",&a1);
scanf("%d",&a2);
//printf("a1=%d\na2=%d\n",a1,a2);
dx=(float)a2-(float)a1; dx=dx/m;
printf("dx=%9.6f\n",dx);
fx=0.0;
for(i=1;i<m;i++){
            t=(float)a1+(float)i*dx;
```

```
                        fx=fx+(float)a*t*t+(float)b*t+(float)c;
                                    }
s1=2.0*dx*fx;
fx1=a*a1*a1+b*a1+c;
fx2=a*a2*a2+b*a2+c;
s2=dx*(fx+fx1/2+fx2/2);
printf("S1=%9.6f\ns2=%9.6f\n",s1,s2);
getch();
}
```

Sunulan yöntemin polinom fonksiyonlar dışındaki herhangi bir fonksiyon için de yamuk yönteminden daha yakın sonuçlar verip vermediğini kontrol etmek amacıyla f(x)=a[sin(x)/x]+bx+c fonksiyonu için de bir program yazıldı. Burada, f(x)=a[sin(x)/x]+bx+c tipindeki fonksiyonların kullanılmasındaki esas amaç, F(x)=∫ [sin(x)/x] dx tipindeki integrallerin alınamaması ve çözüm için sayısal yöntemlere başvurulmasıdır. f(x)=a[sin(x)/x]+bx+c fonksiyonu için de töleranslı yamuklar yöntemi yamuk yöntemine göre daha az hata vermektedir. İlgili program aşağıdaki gibi yazılmıştır:

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
double dx,fx,fx1,fx2,s1,s2,t;
long int i,a,b,c,a1,a2,m;
main(){
printf("a,b,c katsay?lar?n? giriniz.\n");
scanf("%d",&a);  scanf("%d",&b);  scanf("%d",&c);
printf("aral?k kaça bölünecek\n"); scanf("%d",&m);
printf("aral?klar? giriniz\n");
scanf("%d",&a1);
scanf("%d",&a2);
//printf("a1=%d\na2=%d\n",a1,a2);
dx=(float)a2-(float)a1; dx=dx/(float)m;
printf("dx=%10.8f\n",dx);
fx=0.0;
```

```
for(i=1;i<m;i=i+2){
                t=(float)a1+(float)i*dx;
                fx=fx+(float)a*(sin(t))/t+(float)b*t+(float)c;
                              }

s1=2.0*dx*fx;
fx=0.0;
for(i=1;i<m;i++){
                t=(float)a1+(float)i*dx;
                fx=fx+(float)a*(sin(t))/t+(float)b*t+(float)c;
                              }

fx1=a*(sin(a1))/a1+b*a1+c;
fx2=a*(sin(a2))/a2+b*a2+c;
s2=dx*(fx+fx1/2+fx2/2);
printf("S1=%10.8f\ns2=%10.8f\n",s1,s2);
getch();
}
```

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1 Sonuç

Matematik dersi programı, öğrencinin deneyler yapabileceği, matematiksel kavram ve düşünceleri anlamalarına yardımcı olacak biçimde yeniden yapılandırılmalıdır. Öğrencinin veri toplaması, bunları test etmesi,değiştirmesi ve bu matematiksel kavram ve düşünceler hakkındaki kuşkulu noktaları ya kabul etmesi yada silip atması ve matematiksel konularda deneyim kazanması için yeni teknoloji kullanılabilecektir. Bu teknolojilerin kullanılabileceği en uygun ortamlardan biri de mikrobilgisayar laboratuvarlarıdır.

Mikrobilgisayar laboratuvarlarında ele alınan bir problemi kolayca test etmek ve test sonuçlarını kısa bir zamanda değerlendirmek mümkündür. Aksi halde karmaşık ve yoğun işlem gerektiren problemlerin elle çözülmesi oldukça zaman almaktadır. Sayısal analiz problemlerinde, klasik anlamda yapılan çözümler için, farklı varsayımları değerlendirmek ve yeni çözüm yöntemleri sunmak bazen yıllar bile sürebilir, ancak bu tür problemler mikrobilgisayar laboratuvarlarda birkaç dakika içinde çözümlenebilir.

Mikrobilgisayar laboratuvarları özellikle matematik eğitimi için önemli bir yere sahiptir. Çünkü matematik yoğun işlemler gerektiren bir derstir ve algoritmik yapısı bilgisayara kolayca uyarlanabilmektedir.

Diğer tartışılması gereken önemli sorular da şunlardır: Uygun ödevler ve öğrenci çalışmaları bu içerikte ne gibi bir role sahip olacaktır? Karışık sorular ve açık-uçlu sorular öğrenmeyi nasıl etkiler? Bireyler arası ilişkilerde teknolojinin önemli bir ürünü olan mikrobilgisayar laboratuvarları nasıl bir etkiye sahiptir? Mikrobilgisayar laboratuvarları öğrenmeyi iyileştirmede nasıl kullanılabilir? Bu olgu üzerinde çağdaş eğitimcilerin bir tekeli bulunmamaktadır. Gerçekten de, bu gün çağdaşlığı destekleyen bir çok çalışma araştırma aşamasındadır. İnsanlar, öğrenmenin karmaşık yapısını ve teknolojinin sınıfa getirdiği avantajları öğrenmeye başladıkça, geleneksel öğrenme ve eğitimin gündemden kalkışı bir gerçek olacaktır.

İnsanlar zihinlerini bir kaç bin yıldır bilgisayarların yardımı olmaksızın çalıştırabilmektedirler. Ancak bilgisayar teknolojisi ile kıyaslandığında, insan zihni işlem yapmada oldukça hantal kalmaktadır. Mikrobilgisayar laboratuvarlarında ele alınan bir konunun tarihsel gelişiminin irdelenmesi, şekiller ve tablolarla sunulması, öğrencilere görsel bir öğrenim imkanı sunmaktadır. Bunun yanı sıra, mikrobilgisayar laboratuvarlarında bir konu sunulmadan önce o konunun tarihsel sürecinin sunulması öğrenciyi motive eder ve böylece sunulan konu ne kadar teorik ve karmaşık görünse de, öğrenci konuyu görsel ve yalın olarak hisseder.

Öğrencilerin matematiksel objelerle uğraşı olanakları, mekanik objelerle uğraşı olanaklarına çevrilebilirse, bu düzeyde genişletilebilir ve bu durumda çok daha fazla sayıda öğrencinin matematiksel süreçler ve mekanizmalar hakkında bir anlayış sahibi olması olanaklı olacaktır.

Mikrobilgisayar laboratuvarlarında yapılan çalışmalar teorik değerlendirmeleri hızlandırır. Sözgelimi, yaklaşık alan hesaplamalarında değiştirilen her fonksiyon veya her aralık için hesaplama yapmak ve bu hesaplamayı anında sınamak mümkündür. Çalışmada yaklaşık alan hesabı için verilen töleranslı yamuklar yöntemi daha az hatalı sonuçlar vermiş ve bu durum bilgisayar programları ile sınanabilmiştir. Kimi zamanlar bu kolaylık, çalışmayı yapan kişinin sezgisel olarak kabul ettiği bir kavramı teoreme dönüştürmesine olanak sağlayabilir. Bu nedenle mikrobilgisayar laboratuvarları sadece uygulamalı matematik için değil pür matematik için de önemli bir olanaktır.

Fakülteler öğretmen-eğitimi programı içerisinde çok-yönlü kavramları ele almalı ve teknolojiyi, kursların verilmesi ve organize edilmesinde bir araç olarak kullanmalıdır. Okullara öğrenci-eğitim deneyimi , teknoloji kaynaklarına ulaşma konulmalı ve öğretmen bu kaynakların etkin kullanılışında beceri kazanmalıdır. Bu yeni model, print almayı, video, software ve hardware kaynaklarına ulaşmayı, fakültenin gelişmesini, sürekli ekip ve kurumsal destekleri gerektirecektir.

Uygun kaynakların elde edilmesi kuşkusuz parayı gerektirirse de, doğru kaynakların bulunması ve etkin biçimde kullanılması daha çok doğru bir planlamayı gerektirmektedir.

Örneğin ne, nasıl ve nerede kullanılacaklarını bilmeksizin 20 bilgisayarın alınması , at almadan eğer almaya benzer. Eğitmenler öncelikle öğrenci gereksinimlerini, topluluğun beklentilerini ve müfredat amaçlarını değerlendirip belirlemelidirler. Telekomünikasyon sistemlerinin bulunduğu bir laboratuvar kurmanın önceliği olup olmadığı bundan sonra değerlendirilmesi gerekli olan husustur. Bu uygulamalar eğer bir CD-ROM kullanımı gerektirmiyorsa o zaman eldeki para kaynakları , bilgisayarların Internet'e bağlanmasında kullanılabilir.

Fakülte elemanları çoğunlukla küresel bilinçlenmenin ve teknoloji kullanımındaki uzmanlığın önemine inanırlarsa da, bunun kendi derslerinden başka kurslarda olacağını düşünürler. Bu "ben değil, başkası" anlayışı genellikle bilgi eksikliğinden , bu enstrümanları kendi alanlarında nasıl kullanacakları hakkındaki endişelerinden kaynaklanır(OTA,1995,s.190).

Teknik destek personeli, teknoloji kullanımının başarısında, yenileşmede kritik önemdedir. İşlemeyen ekipmanlar, ekipman kullanım takvim ve programının yapılmaması, software ve hardware uyuşmazlıklarının çözümünde yaşanılan güçlükler, öğrencilerin eğitimde yeni yöntemlere eğilme isteklerini azaltan faktörlerdir.

Kurumsal destek full-time yada uzun süreli teknisyenler kiralama yada eş değerde becerilere sahip olan güvenilebilir öğrencilerin aynı amaçla kullanılmasını içerir. Fakülte elemanlarının bu konudaki bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde etkili olan bir ödüllendirme sistemi de önemlidir. Üniversitelerin çoğunda, gelir, promosyon ve (bazı durumlarda) kalite yükselmesi öğretim,araştırma ve yayımların birleştirilmesine dayanmaktadır. Sınıfların teknoloji yoluyla iyileştirilmiş (geliştirilmiş) küresel deneyimler yönünden yeniden yapılandırılmasına yönelik bilgi ve becerilerin öğrenilmesi için gereken zaman sürecine önem verilmemektedir

Son 100 yıllık teknolojik gelişme geçmiş yüzyıllardakileri fersah fersah geçmiştir. Bunlar geçmişte yaşam, iş ve eğlence biçimimiz üzerinde çok geniş etkilere sahip olmuşlardı. Günümüzde öğretmenlerin, güncel bilişim (informasyon) kaynakları ve bunların hayat-boyu eğitimde, okul harmonisi içinde ve küresel bilincin geliştirilmesinde nasıl kullanılabileceği hakkında bilgi ve beceri sahibi kılınması gerekmektedir. Bilişim teknolojilerinin öğretmenlerin hazırlanması süreci içerisine uyarlanması; gelecek öğretmen kuşaklarının 21.Yüzyılın küresel sorunlarını çözmeleri için hazırlanmalarında çok önemli bir elemandır. Bu araçları iyi kullanmak için öğretmenlerin teknolojik potansiyel ve bu potansiyelin nerelere uygulanabileceği hakkında bir görüşe, eğitime , anında- zamanında desteğe ve deneyim kazanmaları için zamana ihtiyaçları vardır (OTA,1995).

Bu arada, teknolojiye ulaşma ve informasyonu almanın öğrenmeyle eşdeğer olmadığını hatırlamalıyız. Hiç bir ulaşım biçimi öğrencinin (ve öğretmenin) öğreneceğini garanti edemez. Öğretme-öğrenme sürecinin temelleri yine de duyarlı, ince bir pedagojik, etkin öğrenme ve duyarlı müfredat hazırlama ilkelerine bağlanmadan geçecektir (Nancy P.Hunt,1997).

4.2 Öneriler

Yukarıdaki bulgular öğretmen ve öğrenci gruplarının özellikle Grafik Hesap Makinalarını, Bilgisayarı, Scanneri, Slayt projektörleri, Cd-Rom ve İnterneti yeterince tanımadıkları ve matematik derslerinde kullanmadıklarını göstermektedir. Öğretmenlerin çoğunluğu bu teknolojileri derslerinde kullanmamak için direnmektedirler. Bu tutum değişik nedenlere dayandırılabilir, örneğin;

- Toplumumuzun yenileşmeye karşı olan tepkisi ve bunun öğretmenlerimize de yansıması,
- Eğitim alt yapıdan yoksun olması ve buna bağlı olarak ya başaramazsam korkusu,
- Öğretimde değişik yöntemlerin kullanılması ile karşılaşılacak sorunlara tepkiler,
- Toplumumuzun eğitimin önemine tam olarak inanmamış olması,

bunlardan bir kaçı olabilir.

Eğitimde yeni bir işlem yada bir yeniliği uygulamaya koymak kolay bir iş değildir. Mikrobilgisayar laboratuvarlarının öğretimde kullanımı temelde bir alt yapı ve belli oranda parasal yatırımı gerektirmektedir. Devlet yada özel kurumların böyle bir yatırımın getirileri konusunda netleştirilmiş düşünceye ulaştırılmaları gerekir. Yatırımcı ve devlet somut sonuçları görmeği yeğlemektedir. İyi bir planlama yapılmamış ve geleceğe dönük görüntü netleştirilememiştir. Daha da ötesi teknik ve teknolojik materyalin kullanımı konusunda yeterli bilimsel çalışmalar ve hazırlıklar yapılamamıştır.

Öğretmenler, matematik öğretiminde mikrobilgisayar laboratuvarlarını kullanarak, öğrencilere örnek olmalı ve eğitim kurumları onları bu konuda teşvik etmelidir. Matematik öğretiminde teknoloji kullanımının, öğretmenin üstlendiği rolü kökten değiştireceği ve öğretimi mekanikleştireceği düşüncesi öğretmenler açısından ciddi biçimde sıkıntılar yaratmaktadır. Uygulama sürecindeki öğretmenlerin çoğunda, bu teknolojilerin kullanımında eğitim eksikliği bulunmaktadır.. Yeni eğitim yöntemleri bu öğretmenlerin almış olduğu eğitim ile uyuşmamaktadır. Bu çelişkiler, öğretmenin yaşına, disiplinine yada kişisel değerlere bağlılık derecesine göre değişmektedir. Öğretmenler çoğunlukla kendileri ile ortak ilgilere sahip öğretmenlerle ilişki kurmak eğilimindedirler ve bu nedenle yenilikçi öğretim teknikleri konusunda görüşleri sınırlı kalmaktadır. Buna ek olarak öğretim elemanları kimi endişeler yüzünden meslektaşlarının öğretim tekniklerini gerçek anlamda analiz etmekten çekinmektedirler. Bunun nedeni, öğretmenlerin öğretimin bireysel bir etkinlik olduğuna ve kimse yada hiçbir şeyle paylaşılmayacaklarına inanmaları ve yeni teknolojilerin öğretmenle, öğrenci arasında daha az kişisel ilişki yarattığı hissine kapılmaları olabilir. Düz anlatım ile öğretim, öğretmene rahatlık sağlamakta ve öğretmenler bundan vazgeçmek istememektedir.

Purdy (1975), öğretmenler üzerine yapmış olduğu bir araştırmada öğretimle ilgili iki farklı tutum belirlemiştir:

- Öğretim bireysel bir etkinliktir, hiçbir şeyle paylaşılmamalıdır.
- Bir öğretmen, öğretme-öğrenme sürecinde kontrolü tam olarak elinde bulundurmalıdır.

Öğretimi bireysel bir etkinlik olarak gören ve öğretme-öğrenme gelişimini kontrol etme ihtiyacı duyan öğretmenler, teknolojiyi kullanmakta zorlanmaktadırlar. Çünkü teknolojinin öğretmenle, öğrenci arasında daha az iletişime neden olduğu hissine sahiptirler.

Öğretmenler eğitim teknolojisinden korkma eğilimindedirler ve konuya şüpheci bir biçimde yaklaşmaktadırlar. Bu bakış açısı öğretmenin ekipmanı kullanmak zorunda olmasından ve alet bozulursa yada doğru kullanılamazsa öğretmenin sınıfın karşısında mahcup olabileceği fikrinden kaynaklanmaktadır. Eğitimciler kimi zaman beklentilerini gerçekleştirmede hayal kırıklığına uğramamak için, matematik derslerinde teknolojiyi kullanmada heyecana kapılmaktadır.

Ford vakfının "Eğitim Teknolojisi Kullanımları Üzerine Bir Araştırma" başlıklı raporunda belirlenen, öğretmenlerin teknoloji kullanımına karşı direnme nedenleri açıklanmıştır (Armsey ve Dahl, 1973). Bunlar;

- Öğretmenlerin ve eğitimcilerin tutucu davranmaları,

- Teknoloji kullanımından kaynaklanan öğretmenin rolü ve sorumlukları ile ilgili huzursuzluklar,

- Üreticilerin, firmaların ve yeni öğretim teknikleri tanıtıcılarının becerisizlikleri ve duyarsızlıkları,

- Yeni öğretim teknolojilerinin geliştirilmesinde öğretmenlere verilen ikinci derecede ya da önemsiz roller,

biçiminde sıralanabilir.

Kimi eğitimciler, eğitim teknolojisinin yoğun biçimde kullanılması halinde öğretmenlerin sınıf hakimiyetini zayıflayabileceğini düşünmektedir. Televizyon ve bilgisayar destekli eğitim teknolojisi sistemlerinin, öğretmenin yerini alma düşüncesi öğretmenleri tedirgin etmektedir. Eğitim teknolojisinin kullanımı ve doğası ile ilgili bilgi eksikliği bu tür korkuların en büyük nedeni olarak kabul edilebilir.

Eğitim ile ilgili değişikliklerde sık sık belirtilen önemli etken, yeni öğretim teknolojilerindeki gelişme ve ilerlemedir. Yaşantımızda bir süredir tanığı olduğumuz teknolojik aletlerin kullanımı, yakın bir gelecekte öğretim ve eğitim sürecini çok yönlü etkileyecek; öğretmenin yapmakta olduğu geleneksel işlevleri ve rolleri bir süre sonra değiştirecektir. Söz konusu değişiklik, yalnızca öğretmenin işlevleri ile sınırlı olmayıp ilerlemeler, öğretim programları, öğretim araç-gereçleri, öğretme- öğrenme süreci ve öğretmen eğitimini de kapsamaktadır.

Teknolojik maliyetlerin yüksekliğini giderici çareler aranmalıdır. Teknolojiler bir yada iki eğitimsel ihtiyaçtan öte çeşitli ihtiyaçlara cevap verebiliyorlarsa, daha fazla benimsenme şansına sahip olabilirler.

Eğitimde teknoloji kullanımını etkileyen çok sayıda faktörün bulunduğu açıktır. Yeni öğretim teknolojilerinin kullanımı, eğitime damgasını vurmuştur ve vurmaya da devam edecektir. Bu noktada eğitim fakültelerinin teknoloji kullanımına karşı oluşan kaygıların dağıtılmasında önemli rol üstlenmesi gerekir. Başlangıç olarak öğretmenler kesinlikle,

- Yeni öğretim teknolojilerini sistematik biçimde kullanacak şekilde eğitilmeli, öğretim teknolojilerini kullanmanın avantajları ve dezavantajları hakkında bilgilendirilmeli,
- Yeni öğretim teknolojilerinin kullanımına açık olmalı ve sınıflarını buna göre düzenleme çabasını göstermelidirler.

Tüm bunlara ek olarak, Eğitim Fakülteleri teknoloji kullanmaya dönük uygulama araştırmalarını yayınlamak ve yeni öğretim teknolojilerini kullanmada örnek hizmet içi programları düzenlemek ve sürekli geliştirmek zorundadır. Matematik eğitiminde eninde sonunda, teknolojileri kullanmak zorunda kalacağız. Bundan kaçış olmaz. Amaç teknoloji kullanımının, öğrencilerin matematiği öğrenme yollarını nasıl değiştirebileceğini bulmaktır. Bilgisayar programları, matematik öğretimi için çok yararlı olduğu kadar aynı zamanda matematiği öğrenmek için değişik olasılıklar yaratması nedeniyle önemlidir. Matematik yazılımları problem çözme becerileri cebirsel ve geometrik çevreler ile geleneksel matematik içeriğinin öğrenilmesini geliştirmektedir. Çalışmada tanımlanan yaklaşık alan hesabı için töleranslı yamuklar yönteminin kullanılması daha az hata vermesi ve bilgisayar olmadan hesaplama yapıldığında daha az işlem gerektirmesi nedeniyle tavsiye edilebilir.

Bunun yanı sıra verilen yöntem ile ilgili tüm reel fonksiyonlara uygulanabilecek yeni bilgisayar programları yazılabilir. Yaklaşık alan için verilen bir f(x) fonksiyonunun (konkav veya konveks) istenilen [a,b] aralığındaki hesabı için eğriler teorisindeki oskülatör çemberler kullanılabilir.

Diğer yandan verilen [a,b] aralığında, aralığın başlangıç, orta ve bitim noktalarından geçen çember yardımı ile yaklaşık alan hesabı yapılabilir. Bu çalışmalar, mikrobilgisayar laboratuvarlarında sınanabilir.

KAYNAKÇA

ALKAN, C. (1997). **Eğitim Teknolojisi: Kuramlar, Yöntemler.** Ankara, Yargıçoğlu Matbaası.

ALKAN, C.(1995). **Eğitim Teknolojisi:** Ankara, Atilla Kitabevi.

ALTUN,M(2001), **İlköğretim İkinci Kademede (6,7 ve 8. Sınıflarda) Matematik Öğretimi,** Bursa:, Erkan Matbaası

BAYKUL, Y. (2000). **"İlköğretimde Matematik Öğretimi".** ISBN: 975-6802-34-0 Pegem Yayınları, ANKARA

BREUER,S, GAL-EZER,J., ZWAS,G., **"Microcomputer laboratories in mathematical education",** Computer Math. Applic.Vol.19, No.3, pp 13-34,1990

BREUER,S., ZWAS,G "Aria approximations in mathematical laboratory", , Int.J. Math.Educ.Sci.Technol.14,373, 1983

BURSALIOĞLU, Z. (1991). **Okul Yönetiminde Yeni Yapı Ve Davranış.** Ankara, Personel Eğitim Geliştirme Merkezi Yayını No:2

CASEY, J. (1996) **TeacherNet--student teachers travel the information highway** (http://www. csulb.edu/ jmcasey/history.html)

COHEN, P. (1995) **Developing information literacy,** ***Education*** Update, 37(2), pp. I, 3, 8. Using techonology to prepare teachers for the twenty-first century.

ENGEL,A (1973), **Outline of a problem oriented, computer oriented and application oriented High-School Mathematics course,** Jnt.J.Math.Educ.Sci.Tech.4,452.,

ERSOY, Y (2000). "Son Dönemde Okullarda Matematik/Fen Eğitiminde Çağdaş Gelişmeler ve Genel Eğilimler", **Buca Eğitim Fakültesi** Dergisi, İzmir:Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, Sayı 12,[235,246]

ERSOY,Y.;KAYA,R.;AKSU,M.;TEZER,C.;DEMİRBAŞ,M.;ÖZBAŞ,A. (1991). **Matematik Öğretimi,** Eskişehir

ERTÜRK,S.(1972). **"Eğitimde Program Geliştirme",** Ankara:Yelkentepe yayınları

E'SELE, J. E. ve E'SELE, M. E. (1994). **Eğitim Teknolojisi: Programa Destek Bir Planlama ve Kaynak Kılavuz.** Çeviren: Cevat ALKAN. Eskişehir, Basım ve Yayım ETAM A.Ş.

FİDAN,N, **Okulda Öğrenme ve Öğretme,** Ankara: 1996, Alkım Kitapçılık, Yayıncılık

GILBREATH E. L. ve DIETRICH F. M. (1994). **Educators, Technology and Change: When The Paradigm Shift Hits The Fan.** The Eleventh International Conference on Technology and Education, London, England, pg. 27-30.

HUNT, NANCY P.(1997) Asia-Pacific Journal of Teacher Education, Vol. 25 Issue 3, p345, 6p

KAYA., Y. (1993). **Eğitim Yönetimi**. Geliştirlmiş Beşinci Basım Ankara, Se Ofset Matbaacılık.

OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT, US CONGRESS (1995) **Teachers and Technology: making the connection** (OTA-EHR-616) (Washington, DC, US Government Printing Office).

STRUİK,J.DİRK (2002). **Kısa Matematik Tarihi**, Çev.Yıldız Silier,İstanbul:Doruk Yayımcılık.

TREUHAFT, Jack, (1995). **Learning to use Techonology.** Algonguim College of Applied Arts and Technology,.

Umay,Aysun (1996). "Matematik Eğitimi ve Ölçülmesi", **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, Sayı:12,[145-149].

WISHNIETSKY, D. (1993) **Using Computer Technology to Create a Global Classroom** (Bloomingdale, IN, Phi Delta Kappa Educational Foundation).

YILDIRIM,C. (2000). **"Matematiksel Düşünme"**. ISBN: 975-14-0078-3 Remzi Kitapevi, İSTANBUL